Techn
633

Carl Scholtze's

WOLFEILE BAUHANDBÜCHER.

I. Band:

Die Maurerkunst

von

H. Müller.

40 Druckbogen mit 470 Holzstichen

LEIPZIG,
CARL SCHOLTZE.

Die Maurerkunst.

Handbuch

zum

theoretischen und praktischen Gebrauche

für

Baumeister, Architekten und Maurermeister etz.

Bearbeitet von

H. MÜLLER,

Baukommissar in Bremen, Verfasser der Werke: „Die Hauszimmerkunst", „die Brückenbaukunde" etz.

40 Druckbogen mit 470 Holzstichen geschmückt.

STADTBAUAMT AUGSBURG

STADTBIBLIOTHEK AUGSBURG

LEIPZIG,

Carl Scholtze.

(1875)

Berlin bei *A.* [illegible] Buchhandlung (Leipziger Strasse 71) und *E. Wasmuth*, Architektur-Buch[illegible] bei *E. Steiger*, 22 und 24 Frankfort Street. *St. Petersbur*[illegible] Buchhandlung (Gostinoi Dwor 22). *Rio de Janeiro* bei *Rich. Mat*[illegible] (Ruo de Hospicio 82). *Warschau* bei *E. Wende & Comp.* Buchhandlung. *Wien* bei *Lehmann & Wentzel*, Buchhandlung für Technik und Kunst (Opernring 17).

VORWORT.

Hiermit übergebe ich dem Publikum ein Werk, betitelt „die Maurerkunst“.

Wenngleich derartige Werke schon mehrfach vorhanden sind, so glaube ich dennoch mit meiner Arbeit zur weiteren Vervollständigung des nötigen Wissenswerten beizutragen. Ich bin bemüht gewesen, möglichst vollständig alles dasjenige zu liefern, was nicht nur tagtäglich fast im Baufache vorkommt, sondern auch solche Fälle zu besprechen, welche seltener dem praktischen Baumeister zur Ausführung vorkommen. Namentlich soll das Buch auch dazu dienen, den angehenden Architekten in die Praxis einzuführen. Wo es erforderlich war, sind die Konstruktionen durch in den Text eingedruckte Zeichnungen nach nicht zu kleinem Maassstabe näher erläutert, wodurch die Uebersichtlichkeit des Werkes ganz erheblich erleichtert wird. Gleichzeitig aber glaube ich annehmen zu dürfen, dass dieses Werk als „Handbuch“ dem praktisch ausführenden Bau- und Maurermeister besonders willkommen sein wird, indem doch in der Praxis nicht selten Fälle vorkommen, wo vieles Nachsuchen sehr erschwerend ist und daher ein Handbuch nicht fehlen darf, welches in gedrängter Kürze, ohne aber an Deutlichkeit und Gründlichkeit dadurch zu verlieren, das Nötige darbietet.

Die Fabrikation der Ziegel ist hier nicht mit aufgenommen, weil diese doch in den selteneren Fällen dem ausführenden Baumeister übertragen wird. Ausserdem ist

aber zu bemerken, dass über diesen Gegenstand besondere Werke mit den dazu erforderlichen Zeichnungen, in welchen derselbe vollständig bearbeitet ist, in genügender Anzahl vorhanden sind, und welche jedenfalls auch bessere und richtigere Aufschlüsse geben, im Fall der Baumeister bei einem ihm zur Ausführung übertragenen Bauwerke die Fabrikation der Ziegel selbst leiten will, als solche in gedrängter Kürze zu gebenden Mittheilungen, wie hier nur hätte stattfinden können, ihm liefern würden.

Ebenso sind der Pisébau und der Kalk-Sandbau hier nicht weiter näher besprochen, weil auch darüber besondere Werke erschienen sind. Namentlich was den Kalk-Sandbau betrifft, so muss, um ein bestimmtes Urtheil über die Nützlichkeit der Anwendung desselben sich bilden zu können, der Gegenstand nach allen Seiten hin beleuchtet werden, welches aber hier nicht stattfinden konnte, ohne den Umfang des Werkes bedeutend auszudehnen. Diesen Gegenstand in einem kurzen Auszuge zu besprechen, wie hier doch nur hätte geschehen können, kann sehr leicht zu Irrthümern führen, die im Fall der Anwendung nicht selten zu den grössten Nachtheilen Veranlassung geben.

Die einzelnen Gegenstände sind möglichst in einer bestimmten Folge abgehandelt, wodurch der Gebrauch dieses Werkes als Handbuch jedenfalls erleichtert und angehenden Architekten ein zweckmässigeres Hilfsmittel beim Studium der Maurerkunst sein wird.

Eine grosse Genugthuung würde es mir sein, wenn diese Arbeit als ihrem Zwecke entsprechend, auch vom technischen Publikum anerkannt würde.

Bremen 1875.

H. Müller.

Inhalts-Verzeichniss.

§ 1. Einleitung 1.

Erstes Kapitel.

Die Baustoffe 3—22.

§ 2. Allgemeines 3. — § 3. Die natürlichen Baustoffe (Baumaterialien). — § 4. Feste Gesteine 4. — § 5. Der Thon 18. — § 6. Der Lehm 20. — § 7. Der Sand 21.

Zweites Kapitel.

Die künstlichen Baustoffe 22—34.

§ 8. Allgemeines 22. — § 9. Die künstlichen Steine (Mauersteine, Ziegel) 23. — § 10. Die Dachziegel 30.

Drittes Kapitel.

Die Verbindungsmaterialien 34—69.

§ 11. Allgemeines 34. — § 12. Der Steinkalk 35. — § 13. Der Muschelkalk 38. — § 14. Der Mergelkalk 40. — § 15. Das Löschen des Steinkalks 41. — § 16. Die Zubereitung des Mörtels 44. — § 17. Der hydraulische Mörtel 49. — § 18. Der Béton oder Grobmörtel 58. — § 19. Der Gips 62. — § 20. Verschiedene Kitte 65.

Viertes Kapitel.

Von den Mauern 70—178.

§ 21. Allgemeines 70. — § 22. Von den Mauern insbesondere 71. — § 23. Die Ziegel- oder Backsteinmauern 72. — § 24. Die Bogenmauerungen 100. — § 25. Die Bogenpfeiler 140. — § 26. Die Ständerwerks- oder Fachwerksmauern 143. — § 27. Die Hohlmauern 149. — § 28. Der polnische oder gothische Mauerverband 151. — § 29. Das Bruchsteinmauerwerk 152. — § 30. Mauern aus Quader- oder Hausteinen 158. — § 31. Die Bogen aus Hau- oder Schnittsteinen 169.

Fünftes Kapitel.

Die Befestigung des Baugrundes 178—273.

§ 32. Allgemeines 178. — § 33. Von der Untersuchung des Baugrundes 181. — § 34. Vom natürlich festen Baugrunde 185. — § 35. Von der erforderlichen Tiefe der Fundamente 194. — § 36. Vom künstlich befestigten Grunde 199. — § 37. Befestigung des Grundes vermittelst Dichtens des Erdreichs 199. — § 38. Befestigung des Grundes vermittelst Einrammens von Bauschutt 200. — § 39. Der Schwellenrost oder der liegende Rost 206. — § 40. Der Pfahlrost 214. — § 41. Die Fundirung auf Béton 236. — § 42. Die Fundirung auf einer Sandschüttung 242. — § 43. Die Gründung auf einzelnen Pfeilern und gesenkten Brunnen 249. — § 44. Allgemeine Schlussbemerkungen und einige besondere Fälle 267.

Sechstes Kapitel.

Die Ausführung der Gebäude 273—326.

§ 45. Allgemeines 273. — § 46. Ueber die Stärke der Mauern und Fundamente 285. — § 47. Die Trockenerhaltung der Mauern 308. — § 48. Ueber die Anlage der Keller und Kellerfenster 316.

Siebentes Kapitel.

Die Gewölbe 326—455.

§ 49. Allgemeines 326. — § 50. Das Tonnengewölbe 337. — § 51. Das Kappengewölbe 346. — § 52. Die Verstärkung der Widerlager durch Ueberkragungen 364. — § 53. Das Kreuzgewölbe 368. — § 54. Das Klostergewölbe 383. — § 55. Das Muldengewölbe 386. — § 56. Das Spiegelgewölbe 386. — § 57. Das Kuppelgewölbe 388. — § 58. Das Kugelgewölbe oder sogenannte böhmische Kappengewölbe 401. — § 59. Das gothische oder altdeutsche Gewölbe 405. — § 60. Das normännische Gewölbe oder das sogenannte Fächergewölbe 413. — § 61. Das Topfgewölbe 415. — § 62. Das schiefe Gewölbe und das Gurtbogengewölbe 420. — § 63. Die Bestimmung der Stärke der Widerlager von Gewölben 426. — § 64. Die Rauchmäntel 445. — § 65. Verschiedene Anwendungen des Eisens bei Gewölbe- und Bogenkonstruktionen 448.

Achtes Kapitel.

§ 66. Die gewölbten Treppen 455.

Neuntes Kapitel.

Die Schornstein- und Feuerungsanlagen 465—532.

§ 67. Allgemeines 465. — § 68. Von den Schornsteinen insbesondere 471. — § 69. Die Feuerungsanlagen in Wohnräumen 487. — § 70. Die Fabrikschornsteine 490. — § 71. Die Feuerungsanlagen in Fabrikräumen 509. — § 72. Die Einmauerung der Dampfkessel 527.

Zehntes Kapitel.

§ 73. Die Dach- oder Hauptgesimse 533.

Elftes Kapitel.

Die Eindeckung der Dächer 541—561.

§ 74. Allgemeines 541. — § 75. Die Eindeckung der Dächer mit Biberschwänzen 547. — § 76. Die Eindeckung der Dächer mit sogenannten Dachpfannen 551. — § 77. Die Dachfenster 557.

Zwölftes Kapitel.

Die Putzarbeiten im Innern und Aeussern der Gebäude und die Fussböden 562—586.

§ 78. Die Putzarbeiten 562. — § 79. Die Fussböden 577.

Dreizehntes Kapitel.

§ 80. Die gemauerten Thurmspitzen 586.

Vierzehntes Kapitel.

§ 81. Die Reparaturbauarbeiten 593. — § 82. Die Vertilgung des Hausschwamms 609. — § 83. Die verschiedenen Mauersalze 618.

Register.

Figur 1. Der Blockverband pag. 74.
„ 2. Der Kreuzverband 74.
„ 3. Verband einer 1/2 Stein starken Mauer 75.
„ 4. Verband einer 1 Stein starken Mauer 75.
„ 5. Verband einer 1 Stein starken Mauer 76.
„ 6. Darstellung einer Rollschicht 76.
„ 7. Darstellung eines auslaufenden Mauerschrots 77.
„ 8. Verband einer 1 1/2 Stein starken Mauer 77.
„ 9. Verband einer 1 1/2 Stein starken Mauer 78.
„ 10. Verband einer 2 Steine starken Mauer 78.
„ 11. Verband einer 2 1/2 Steine starken Mauer 79.
„ 12. Mauerecke zweier 1 Stein starken Mauern 80.
„ 13. Mauerecke zweier 1 Stein starken Mauern 81.
„ 14. Mauerecke zweier 1 1/2 Steine starken Mauern 81.
„ 15. Mauerecke zweier Mauern 2 Steine und 1 1/2 Stein stark 82.
„ 16. Mauerecke zweier 1 1/2 Steine starken Mauern mit vortretendem Pfeiler 83.
„ 17. Mauerecke zweier 1 1/2 Steine starken Mauern mit vortretendem Pfeiler 84.
„ 18. Mauerecke zweier stärkeren Mauern (4 Steine und 3 Steine stark) 84.
„ 19. Mauerecke zweier stärkeren Mauern mit vortretendem Pfeiler 85.
„ 20. Mauerverband zweier Mauern mit einem 1 Stein starken Vorgelege 85.
„ 21 und 22. Mauerverbände zweier Mauern, welche unter spitzem Winkel gegen einander treffen 86.
„ 23. Mauerverband einer Mauer in der Stärke eines Dreiquartiers 86.
„ 24. Darstellung einer Strom-, Schmieg- oder Kreuzlage 87.
„ 25. Darstellung einer Strom-, Schmieg- oder Kreuzlage 88.
„ 26. Darstellung einer Stromlage bei einem Pfeiler angewendet 88.
„ 27, 28, 29. Darstellung von abgetreppten Fundamentmauern 89.
„ 30. Mauerverband eines quadratförmigen Pfeilers 90.
„ 31. Mauerverband eines Pfeilers mit vortretenden Pfeilervorlagen 90.
„ 32. Mauerverband eines kreuzförmigen Pfeilers 91.
„ 33. Mauerverband eines achteckigen Pfeilers 91.
„ 34. Mauerverband eines kreisrunden Pfeilers 91.
„ 35. Mauerverband eines kreisrunden Pfeilers 92.
„ 36, 37, 38, 39. Verschiedene Schornsteinmauerverbände 93.
„ 40, 41, 42, 43. Verschiedene Mauerverbände mehrerer neben einander liegender Schornsteine 94.
„ 44, 45. Verschiedene Mauerverbände mehrerer neben einander liegender Schornsteine 95.
„ 46. Mauerverband einer Mauer mit anliegenden Schornsteinen 96.
„ 47. Mauerverband einer Mauer mit anliegenden Schornsteinen 97.
„ 48. Schornsteinverband eines grösseren Schornsteins 97.
„ 49, 50. Schornsteinverbände grösserer Schornsteine 98.
„ 51. Schornsteinverband eines achteckigen Schornsteins 98.

Figur 52, 53. Schornsteinverbände grösserer Schornsteine von achteckigem Querschnitt 99.
„ 54. Schornsteinverband eines grösseren Schornsteins 100.
„ 55. Darstellung eines Mauerbogens 101.
„ 56, 57. Verzeichnung gedrückter Bogen 104.
„ 58. Verzeichnung eines gedrückten Bogens 105.
„ 59, 60. Verzeichnung gedrückter Bogen 106.
„ 61. Verzeichnung einer Ellipse 107.
„ 62. Verzeichnung eines gedrückten Bogens 108.
„ 63. Verzeichnung eines überhöhten Bogens 108.
„ 64. Verzeichnung eines steigenden Bogens 109.
„ 65, 66. Verzeichnung zweier steigenden Bogen 110.
„ 67. Verzeichnung eines steigenden Bogens 111.
„ 68. Darstellung einer Bogenmauerung mit dem zugehörigen Lehrgerüste 112.
„ 69. Darstellung eines flachen gemauerten Bogens 114.
„ 70. Darstellung eines flachen 1½ Steine hohen gemauerten Bogens 116.
„ 71. Darstellung eines 1½ Steine hohen gemauerten Halbkreisbogens 118.
„ 72. Darstellung eines 1½ Steine hohen gemauerten gedrückten Bogens 118.
„ 73. Darstellung eines aus zwei konzentrischen Lagen bestehenden Bogens 119.
„ 74. Verschiedene Mauerverbände von Bogenmauerwerk 120.
„ 75. Darstellung der Konstruktion eines scheitrechten Bogens 122.
„ 76. Darstellung der Konstruktion eines scheitrechten Bogens 124.
„ 77. Darstellung der Konstruktion eines scheitrechten Bogens mit Entlastungsbogen 126.
„ 78. Darstellung eines scheitrechten Bogens in Verbindung mit einem flachen Bogen 128.
„ 79. Darstellung eines flachen Bogens in Verbindung mit einem scheitrechten Bogen 128.
„ 80. Darstellung eines scheitrechten Bogens 129.
„ 81. Darstellung der Konstruktion eines Spitzbogens mit zugehörigem Lehrgerüste 130.
„ 82. Verschiedene Schlussmauerungen bei Spitzbogen 131.
„ 83. Schlussmauerung eines Spitzbogens 132.
„ 84. Konstruktion eines gedrückten Spitzbogens 132.
„ 85. Konstruktion eines Halbkreisbogens in Verbindung mit einem Spitzbogen 133.
„ 86. Konstruktion eines überhöhten gemauerten Bogens 134.
„ 87. Konstruktion eines steigenden gemauerten Bogens mit zugehörigem Lehrgerüst 135.
„ 88. Darstellung der Anwendung eines Entlastungsbogens 137.
„ 89. Konstruktion eines umgekehrten gemauerten Bogens 138.
„ 90. Darstellung von Bogenanfängen über Pfeilern 141.
„ 91. Darstellung eines Bogenanfangs über einen Pfeiler 142.
„ 92, 93. Darstellung von Bogenanfängen flacher Bogen über Pfeilern 143.
„ 94. Konstruktion einer Ständerwerksmauer 145.
„ 95. Konstruktion einer Ständerwerksmauer mit Kantsteinmauerwerk 146.
„ 96. Konstruktion einer Ständerwerksmauer mit massiver Verblendung 148.
„ 97. Darstellung einer Hohlmauer 150.
„ 98. Der polnische oder gothische Mauerverband 151.
„ 99. Bruchsteinmauerverband 156.
„ 100. Bruchsteinmauer mit gemauerter Ecke aus Ziegelsteinen 157.
„ 101, 102. Zwei verschiedene Steinklauen 163.
„ 103. Verbindung zweier aneinander stossender Steinplatten mit eiserner Klammer 165.
„ 104. Verbindungen zweier aneinander stossender Steinplatten mittelst Steindübel 166.
„ 105. Ziegelstein- und Bruchsteinmauern mit Quaderverblendung 166.
„ 106. Verband eines halbkreisförmigen Bogens aus Hausteinen 173.
„ 107. Verband eines halbkreisförmigen Bogens aus Hausteinen von gleicher Höhe 174.
„ 108. Verband eines halbkreisförmigen Bogens aus Hausteinen mit hakenförmigen Bogensteinen 175.
„ 109. Verband eines scheitrechten Bogens aus Hausteinen mit Fugen nach gebrochenen Linien 176.

Figur 110. Verband eines scheitrechten Bogens aus Hausteinen mit Fugen, welche Sattelbänke enthalten 176.
„ 111. Verschiedene Erdbohrer 182.
„ 112. Darstellung eines sogenannten Klappbohrer 184.
„ 113. Darstellung eines horizontalen Risses in Folge mangelhafter Fundirung 197.
„ 114. Zeichnung eines Schwellenrostes 206.
„ 115. Fundamentirung mittelst eines ausgedehnten Schwellenrostes 211.
„ 116. Fundamentirung auf einem Pfahlrost 219.
„ 117. Fundamentirung auf einem Pfahlrost bei einem Speicher in Hamburg 220.
„ 118. Fundamentirung auf einem Pfahlrost beim Museum in Berlin 220.
„ 119. Fundamentirung auf einem Pfahlrost mit schräg eingerammten Pfählen 222.
„ 120. Fundamentirung einer Hafenbassinmauer auf einem Pfahlrost 225.
„ 121. Fundamentirung einer Futtermauer auf einem Schwellenroste 226.
„ 122. Anordnung eines Pfahlrostes 231.
„ 123. Anordnung eines Pfahlrostes mit Weglassung der Langschwellen 232.
„ 124, 125. Verschiedene Apparate zum Senken des Beton 239.
„ 126. Fundirung auf einer Sandschichtauffüllung mit darüber gelegtem Schwellenroste 247.
„ 127. Fundirung auf einzelnen Pfeilern mit Anwendung von Pfahlrosten 251.
„ 128. Darstellung eines Brunnenkranzes als unterste Lage eines zu senkenden Brunnenschachtes 253.
„ 129. Darstellung der Senkung eines Brunnenschachtes mit Anwendung eines Sackbohrers 254.
„ 130. Anordnung der Fundirung auf Brunnenpfeilern 257.
„ 131. Verankerung der einzelnen Brunnenpfeiler mit eisernen Zugankern 258.
„ 132. Konischer Brunnenschacht 259.
„ 133. Fundirung einer Hafenmauer auf Brunnenpfeilern 263.
„ 134. Darstellung eines mit Bruchsteinen ausgemauerten Fundamentpfeilers 265.
„ 135. Fortführung der Fundamentmauern über einem im Grunde vorhandenen Brunnenschacht 271.
„ 136. Verstärkungen neu aufzuführender isolirt stehender Mauern 289.
„ 137. Bestimmung der Mauerstärken durch Zeichnung 289.
„ 138. Bestimmung der Mauerstärken durch Zeichnung 291.
„ 139. Bestimmung der Mauerstärken durch Zeichnung 292.
„ 140. Fehlerhafte Fundirung eines Kellerpfeilers 302.
„ 141. Fundirung eines Kellerpfeilers 303.
„ 142. Fundirung eines Kellerpfeilers von grösserer Höhe 304.
„ 143. Fundirung eines Kellerpfeilers mit Anwendung von Bruchsteinen 305.
„ 144. Verstärkung neu aufzuführender Mauern mittelst Anwendung von Bandeisen 306.
„ 145. Anordnung einer Isolirmauer zur Trockenerhaltung der Kellermauern 311.
„ 146. Anordnung von Kanälen zur Trockenerhaltung der Kellermauern 312.
„ 147, 148. Anlage von Kellerfenstern 320.
„ 149, 150. Anlage von Kellerfenstern 321.
„ 151. Anlage eines Kellerfensters 322.
„ 152, 153 und 154. Anlage von Kellerfenstern 324.
„ 155. Das Tonnengewölbe 327.
„ 156. Das schiefe Tonnengewölbe 328.
„ 157. Das steigende Tonnengewölbe 328.
„ 158. Das Kappengewölbe 329.
„ 159, 160. Das Kreuzgewölbe 329.
„ 161. Ermittelung des Schwerpunktes eines unregelmässigen Vierecks 330.
„ 162. Ermittelung des Schwerpunktes eines unregelmässigen Fünfecks 331.
„ 163. Das Klostergewölbe 332.
„ 164. Verbindung des Klostergewölbes mit einem Kreuzgewölbe 333.
„ 165. Das Muldengewölbe 333.
„ 166. Ermittelung der Gratlinien eines Muldengewölbes über einem unregelmässigen Viereck 333.
„ 167. Das Spiegelgewölbe 335.
„ 168. Das böhmische Kappengewölbe 336.
„ 169. Mauerung des Tonnengewölbes 338.
„ 170. Konstruktion einer Stichkappe 343.
„ 171. Anordnung von Oeffnungen in Tonnengewölben 343.

Figur 172. Anordnung einer Oeffnung im Spiegel eines Tonnengewölbes 344.
„ 173. Anordnung eines Kellerfensters mit Stichkappe darüber 346.
„ 174. Verankerung von Gurtbogenpfeilern bei Kappengewölben 348.
„ 175. Mauerung der Kappengewölbe 350.
„ 176. Anordnung der Begrenzungen einer Stichkappe im Kappengewölbe 353.
„ 177. Anordnung von Kranzmauerungen in Kappengewölben 354.
„ 178. Darstellung von Kappengewölben in dreieckigen Räumen 355.
„ 179. Verband der vier im Schluss sich kreuzenden Gurtbogen 355.
„ 180. Kappengewölbemauerungen mit Anwendung von eisernen Balken 355.
„ 181. Kappengewölbemauerung mit flachliegenden Steinen 356.
„ 182. Verankerung der eisernen Balken eines Gewölbes unter sich 357.
„ 183, 184. Verschiedene Unterstützungen der eisernen Balken durch eiserne Pfeiler 358.
„ 185. Durchschnitt eines eisernen Trägerbalkens 360.
„ 186. Gusseiserner Träger eines Kappengewölbes 361.
„ 187. Gusseiserner Träger mit Pfeilerunterstützungen 361.
„ 188, 189. Verstärkung der Gewölbewiderlager durch ausgekragte Mauerschichten 365.
„ 190. Anordnung eines Gewölbeanfangs mit eingeschnittenen Widerlager 366.
„ 191. Anordnung von Gewölbeanfängen mit ausgekragten Mauerschichten 367.
„ 192. Anordnung eines Kreuzgewölbes 369.
„ 193. Lehrgerüste eines Kreuzgewölbes 370.
„ 194. Grundriss eines Kreuzgewölbes mit Angabe der Gratprojektionen 371.
„ 195. Anordnung der Mauerung der Graten eines Kreuzgewölbes 371.
„ 196. Schadhafter Gewölbepfeiler eines Kreuzgewölbes 372.
„ 197, 198, 199. Verschiedene Anordnungen von Gewölbeanfängen über einzelnen Pfeilern 373.
„ 200. Schadhafter Gewölbepfeiler aus Sandstein bei einem Kreuzgewölbe 374.
„ 201. Kreuzgewölbe auf eisernen Pfeilern und Wandpfeilern ruhend 378.
„ 202. Konstruktion eines Kreuzkappengewölbes 379.
„ 203. Ermittelung der Gratbogen bei einem Kreuzkappengewölbe 380.
„ 204. Darstellung eines Klostergewölbes 385.
„ 205. Das Spiegelgewölbe 386.
„ 206. Hintermauerung eines Kuppelgewölbes 390.
„ 207. Kuppelgewölbe mit Seitenöffnungen 392.
„ 208. Kasettirungen in Kuppelgewölben 394.
„ 209. Darstellung einer Kuppelkalotte mit eisernem Widerlager 396.
„ 210. Darstellung einer Kuppel über einem achteckigen Raum 397.
„ 211. Darstellung einer Kuppel, bei welcher der Grundkreis die vier Seiten des Quadrats tangentirt 398.
„ 212. Mauerung eines böhmischen Kappengewölbes 401.
„ 213. Darstellung der böhmischen Kappengewölbe zwischen Gurtbogen im Grundriss 402.
„ 214. Darstellung eines sogenannten gothischen Gewölbes im Grundriss 407.
„ 215. Darstellung eines sogenannten gothischen Gewölbes im Grundriss und Durchschnitt 408.
„ 216, 217, 218, 219. Verschiedene Grundrisse reicherer gothischer Gewölbe 409.
„ 220. Grundriss eines reichen gothischen Gewölbes 410.
„ 221. Hängendes gothische Gewölbe 410.
„ 222, 223. Verzeichnung der verschiedenen Bogen eines gothischen Gewölbes 411.
„ 224. Das normännische Gewölbe oder Fächergewölbe 414.
„ 225. Das antike Topfgewölbe 415.
„ 226. Ein Topfgewölbe neuerer Zeit 416.
„ 227. Ein Topfgewölbe neuerer Zeit 417.
„ 228. Darstellung eines Mauerverbandes mit Hohlziegeln 418.
„ 229. Das schiefe Gewölbe 420.
„ 230. Darstellung der Mantelfläche eines schiefen Gewölbes mit seinen Lager- und Stossfugen 422.
„ 231. Verzeichnung der Konstruktionswinkel eines schiefen Gewölbes 424.
„ 232. Das Gurtbogengewölbe 426.
„ 233. Darstellung der Formveränderung eines Gewölbes vor dem Einsturz desselben 427.

Figur 234. Andere Darstellung der Formveränderung eines Gewölbes vor dem Einsturz desselben 428.
„ 235, 236. Verzeichnung der nötigen Gewölbestärken bei halbkreisförmigen Gewölben 432.
„ 237. Bestimmung der Stärke der Gewölbewiderlager durch Zeichnung 433.
„ 238. Bestimmung der Stärke der Gewölbewiderlager durch Zeichnung 434.
„ 239, 240. Verschiedene Konstruktionszeichnungen von Rauchmänteln 446.
„ 241. Verankerungen von Mauerecken beim Bau der neuen Bauschule in Berlin 448.
„ 242, 243. Verankerungen der Frontmauern beim Bau der neuen Bauschule in Berlin 449.
„ 244. Verankerungen der Zwischenmauern beim Bau der neuen Bauschule in Berlin 450.
„ 245. Darstellung einer gesprengten massiven Mauer 451.
„ 246. Darstellung eines Fenstersturzes aus eisernen Balken hergestellt 451.
„ 247. Darstellung eines Fenstersturzes aus eisernen Balken mit Pfeilerunterstützung 452.
„ 248. Ermittelung der Zahl der erforderlichen Treppenstufen bei einer Treppenanlage 458.
„ 249, 250. Ermittelung der Zahl der Treppenstufen in einem Quadranten 459.
„ 251. Treppenhaus mit einer massiven unterwölbten Treppe 460.
„ 252. Darstellung einer Wendeltreppe mit gewölbten Treppenstufen 462.
„ 253. Darstellung einer Wendeltreppe mit unterwölbten Treppenstufen 463.
„ 254. Aufsattelung eines Schornsteins 467.
„ 255. Darstellung eines Kaminvorgeleges zur Heizung mehrerer Oefen 469.
„ 256. Darstellung eines älteren Zimmerkamins 469.
„ 257. Verzeichnung mehrerer russischer Ofenröhren innerhalb einer Mauer 473.
„ 258. Darstellung eines Zimmerkamins neuerer Zeit 475.
„ 259. Anordnung von Schornsteinröhren hinter Nischen und Mauervorgelegen 475.
„ 260. Anordnung von Schornsteinen hinter Nischen und Mauervorgelegen 477.
„ 261, 262. Anordnung von Schornsteinschleifungen unter Dachflächen 481.
„ 263. Bildliche Darstellung einer Ursache des Zurücktretens des Rauches 484.
„ 264. Schornsteinaufsatz 486.
„ 265. Anordnung der inneren Zungen bei zusammenliegenden Schornsteinröhren 486.
„ 266. Metallner Schornsteinaufsatz 487.
„ 267. Darstellung eines Fabrikschornsteins 495.
„ 268. Aufmauerung eines Fabrikschornsteins ohne Anwendung eines äusseren Gerüstes 500.
„ 269. Darstellung der Beseitigung des letzten Gerüstbrettes bei einem ohne Gerüst aufgeführten Schornstein 501.
„ 270. Anordnung einer Isolirmauer im Innern eines Schornsteins 502.
„ 271. Geradrichtung eines aus dem Lothe gewichenen Schornsteins durch Beseitigung einzelner Schichten 506.
„ 272. Geradrichtung eines aus dem Lothe gewichenen Schornsteins durch Beseitigung und Erweichung des Untergrundes 508.
„ 273. Zeichnung eines eisernen Rostes 511.
„ 274. Zeichnung eines eingemauerten Wasserkessels ohne umgeleiteten Feuerkanal 513.
„ 275. Zeichnung eines eingemauerten Kessels mit einem umgeleiteten Feuerkanal (Schneckenzug) 515.
„ 276. Zeichnung einer eingemauerten Pfanne mit getheiltem Zuge, dem sogenannten doppelten Wolf 518.
„ 277. Zeichnung einer Feuerungsanlage, wo mehrere nebeneinander liegende Kessel von einem geschlossenen massiven Vorgelege aus geheizt werden 520.
„ 278. Zeichnung zweier eingemauerter Seifenkessel 522.
„ 279. Zeichnung eines gewöhnlichen Backofens 523.
„ 280. Zeichnung eines eingemauerten Dampfkessels 532.
„ 281. Zeichnung eines hölzernen Dachgesimses 534.
„ 282. Zeichnung eines gemauerten Dachgesimses 536.
„ 283. Zeichnung eines gemauerten mit Abputz überzogenen Gesimses 537.
„ 284. Zeichnung eines gemauerten mit Abputz überzogenen Gesimses 538.
„ 285. Zeichnung eines durch Gesimsanker unterstützten massiven Gesimses 539.
„ 286. Zeichnung eines Spliessdaches 547.

Figur 287. Zeichnung eines Kronen- oder Ritterdaches 548.
„ 288. Zeichnung eines Doppeldaches 549.
„ 289. Anordnung der Dachtraufe bei einem Dache 551.
„ 290. Anordnung der Dacheindeckung mit Dachpfannen 552.
„ 291 a. Anordnung der Dacheindeckung über den Giebelkanten 554.
„ 291. Anordnung der Walmeindeckung und der Dachkehlen (Schossrinne) 555.
„ 292. Darstellung der Unterankerung eines Daches 556.
„ 293. Verzeichnung eines sogenannten Fledermaus-Dachfensters 558.
„ 294. Zeichnung eines Dachfensters mit geraden Seitenwänden 559.
„ 295. Zeichnung eines Dachfensters mit massiv gemauerten Seitenwänden 561.
„ 296. Darstellung eines Fussbodens aus plattliegenden Ziegelsteinen hergestellt 577.
„ 297. Darstellung eines Fussbodens aus auf die hohe Kante gestellten Ziegelsteinen hergestellt 577.
„ 298. Anordnung eines Fussbodens aus Steinplatten mit regelmässig durchlaufenden Fugenreihen 578.
„ 299. Anordnung eines Fussbodens aus Steinplatten mit unregelmässigen Fugenreihen 578.
„ 300. Anordnung eines Fussbodens aus Steinplatten von gleicher quadratischer Grösse nach diagonaler Richtung verlegt 580.
„ 301. Unterstützung eines zu unterfangenden Gewölbepfeilers 607.
„ 302. Ankerverschraubung zweier Anker mit Schraubengewinden von verschiedener Grösse 609.

Druckfehler-Verzeichniss.

pag.	8,	21. Zeile von oben	lese	statt	umgerührt — „angerührt“.
„	8,	unterste Zeile	„	„	Talkbrennen — „Kalkbrennen“.
„	11,	2. Zeile von oben	„	„	Talkspaththeilchen — „Kalkspaththeilchen“.
„	12,	7. Zeile von unten	„	„	denn — „dann“.
„	14,	5. Zeile von oben	„	„	dunkelbau — „dunkelblau“.
„	20,	18. „ „ „	„	„	Röhren — „Rühren“.
„	22,	7. „ „ unten	„	„	denen — „deren“.
„	23,	3. „ „ oben	„	„	können — „kann“.
„	23,	15. „ „ unten	„	„	Fangmauern — „Tragmauern“.
„	24,	8. „ „ oben	„	„	dem — „den“.
„	24,	10. „ „ oben	„	„	Flachsschüben — „Flachsschäben“.
„	44,	25. „ „ oben	„	„	Volumenvergösserung — „Volumenvergrösserung“.
„	45,	unterste Zeile	„	„	talkigen — „kalkigen“.
„	73,	8. Zeile von unten	„	„	Luftschicht — „Läuferschicht“.
„	76,	24. „ „ unten	„	„	Figur 5 — „Figur 2“.
„	76,	11. „ „ unten	„	„	glatt — „platt“.
„	77,	11. „ „ oben	„	„	erneuern — „mauern“.
„	79,	8. „ „ unten	„	„	Dreiquarterstück — „Dreiquartierstück“.
„	95,	19. „ „ oben	„	„	votheilhafter — „vortheilhafter“.
„	103,	2. „ „ unten	„	„	Halbmesser — „Halbmessern“.
„	110,	28. „ „ oben	„	„	bei dem Mittelpunkte — „beiden Mittelpunkte“.
„	111,	5. „ „ unten	„	„	nach unten steigende — „nach steigenden“.
„	117,	18. „ „ oben	„	„	diese — „dieses“.
„	126,	3. „ „ unten	„	„	Hängegewicht — „Hängegerüst“.
„	127,	23. „ „ oben	„	„	Hängegerüst — „Hängegerüstes“.
„	140,	23. „ „ oben	„	„	Erdpfeiler — „Eckpfeiler“.
„	142,	16. „ „ oben	„	„	werden — „werde“.
„	169,	20. „ „ unten	„	„	Figur 5 — „Figur 105“.
„	172,	8. „ „ oben	„	„	Bogen — „Steine“.
„	174,	20. „ „ unten	„	„	den — „dem“.
„	198,	23. „ „ unten	„	„	manchen — „manchem“.
„	204,	25. „ „ oben	„	„	Herausdringen — „Herausdrängen“.
„	212,	5. „ „ oben	„	„	Verkrümmung — „Verkämmung“.
„	213,	2. „ „ unten	„	„	Ausdringen — „Ausdrängen“.
„	223,	6. „ „ oben	„	„	dasselbe — „derselbe“.
„	232,	1. „ „ oben	„	„	bindig — „bündig“.
„	272,	16. „ „ unten	„	„	1,80 Meter — „0,80 Meter“.
„	273,	20. „ „ unten	„	„	Masten — „Maassen“.
„	274,	3. „ „ oben	„	„	auch — „auf“.
„	287,	5. „ „ oben	„	„	umliegenden — „anliegenden“.
„	303,	3. „ „ unten	„	„	Mauern — „Waaren“.
„	375,	21. „ „ unten	„	„	Quadratzentimetern — „Quadratzentimeter“.
„	427,	10. „ „ oben	„	„	Augenbick — „Augenblick“.
„	464,	15. „ „ unten	„	„	glatt — „platt“.
„	473,	13. „ „ unten	„	„	entweicht — „enthält“.
„	483,	10. „ „ oben	„	„	abwärts — „aufwärts“.
„	489,	5. „ „ unten	„	„	werden — „werde“.
„	495,	6. „ „ unten	„	„	and — „und“.
„	503,	14. „ „ oben	„	„	Mauerköpers — „Mauerkörpers“.
„	509,	9. „ „ oben	„	„	Maruerkunt — „Maurerkunst“.
„	521,	5. „ „ unten	„	„	genügende — „genügend“.
„	524,	2. „ „ unten	„	„	Schornsteins — „Schornstein“.
„	545,	18. „ „ unten	„	„	Auftreiben — „Aufreiben“.
„	558,	4. „ „ oben	„	„	glattliegenden — „plattliegenden“.
„	571,	6. „ „ oben	„	„	demnach — „dennoch“.

DIE MAURERKUNST.

§ 1. Einleitung.

Der Baumeister oder Architekt hat schon beim Entwurf zu einem Gebäude gleich darauf Rücksicht zu nehmen, welches Material zu dem neu aufzuführenden Bauwerke verwendet werden soll, — ob natürliche Bausteine oder künstlich geformte Steine (Mauerziegel) verwendet werden sollen; — überhaupt aber hat er vorab zu untersuchen, welches Material ihm bei der Aufführung des projektirten Gebäudes am vortheilhaftesten zu Gebote steht, weil sich hiernach notwendig auch die Anordnung der verschiedenen bei dem aufzuführenden Gebäude vorkommenden Konstruktionen richten muss. Um aber eine richtige Auswahl der Baustoffe treffen zu können, sodass tüchtige Arbeit bei möglichster Ersparung an Kosten erhalten wird, ist es notwendig, die Baustoffe selbst und ihre Eigenschaften näher zu kennen.

Es liegt hier nun keineswegs die Absicht vor, alle natürlichen Bausteine nach ihrer chemischen Beschaffenheit näher zu beschreiben, weil dadurch der Inhalt dieses Buches ohne weiteren Nutzen zu bedeutend vergrössert werden würde, sondern es sollen hier nur die hauptsächlichsten und am meisten zur Anwendung kommenden Steinarten in allgemeinen Umrissen angeführt werden.

Nicht weniger wichtig für den Baumeister ist aber auch die Kenntniss der Beschaffenheit des Grundes, auf welchem ein Gebäude aufgeführt werden soll, damit er die nötigen und zweckmässigsten Mittel anwenden kann, welche erforderlichen Falls zur Befestigung des Grundes notwendig sind, damit das projektirte Gebäude mit aller Sicherheit darauf aufgeführt werden kann. Auch dieser Umstand kommt beim Entwurf eines Gebäudes sehr in Betracht, und hauptsächlich insofern, als bei einer unzweckmässigen oder fehlerhaften Fundirung die Baukosten oder doch jedenfalls die später erforderlich werdenden Reparaturkosten dadurch sehr erheblich vergrössert werden können.

Wenn nun auch der Baumeister nichts ausser Acht lassen darf, was zu einer tüchtigen Ausführung eines Bauwerks notwendig ist, so darf er aber hierbei auch keineswegs die Grenzen einer vernünftigen Sparsamkeit überschreiten, ebensowenig aber auch geizen wollen, sondern er muss alles Ueberflüssige, wodurch der Bau nur würde unnötig vertheuert werden, unbeschadet

jedoch der tüchtigen Ausführung des Baues zu vermeiden suchen; d. h. der Baumeister soll nicht aus Lust zu Neuerungen derartige künstliche Konstruktionen zur Ausführung bringen, die zu ihrer Erhaltung selbst wieder eine Menge anderer Verbindungen notwendig machen. Durch solche künstliche Ausführungen wird ein Bauwerk nicht allein bedeutend vertheuert, sondern es wird auch nicht selten und in einem hohen Grade der Tüchtigkeit des Bauwerks dadurch bedeutend geschadet.

Stellen sich bei Aufführung neuer Gebäude schon nicht selten bedeutende Schwierigkeiten entgegen, so können diese unter Umständen in noch höherem Grade bei Reparaturen älterer Gebäude hervortreten und namentlich dann, wenn die schadhaften Stellen des zu reparirenden Gebäudes ihre Entstehung in der Fehlerhaftigkeit der angewendeten Konstruktion oder in einer mangelhaften Befestigung des Grundes haben.

Aus diesen wenigen allgemeinen Andeutungen geht schon hervor, dass die Fälle, welche der Baumeister bei der praktischen Ausführung zu berücksichtigen hat, sehr verschiedenartig sind und sein können und es durchaus nicht genügt, einen Bauentwurf nach den Regeln der klassischen Architektur richtig ausarbeiten zu können, sondern es muss der Baumeister sich auch mit den Regeln der praktischen Baukunst durchaus vertraut machen, denn nur dann kann etwas Tüchtiges zu Tage gefördert werden, wenn Theorie und Praxis zusammen vereint wirken. Leider aber wird jetzt nur zu häufig die Praxis aus den Augen gesetzt und manche glauben genug geleistet zu haben, wenn sie phantastisch verzierte Façaden mit bunten Farben geschmackvoll ausstaffiren können, wodurch sie aber nicht selten sich selbst die Fehler verdecken. Die Ausführungen ihrer Bilder sind ihnen nicht die Hauptsache, sondern ist dieses häufig nach ihrer Ansicht nur Sache des Handwerkers. Allein desswegen hapert es dann auch nicht selten bei der Ausführung und durch die vielen Umänderungen, die dann notwendig werden, um den Entwurf im Allgemeinen ausführen zu können, wird das ursprüngliche Projekt erheblich verändert und es treten dann nicht selten ganz andere Verhältnisse hervor als der Architekt sich ursprünglich vorgestellt hatte. Es wird bei Entwürfen von Façaden zu oft nicht berücksichtigt, oder doch die geringere Einsicht lässt es nicht zu, dass die Architektur und die Konstruktionen durchaus abhängig von einander sind und man keineswegs die Konstruktion in allen Fällen der Architektur unterordnen kann. Die Konstruktionen sind wieder wesentlich von der Wahl des anzuwendenden Materials abhängig und somit ist auch die Architektur sowol von der Wahl des zu verwendenden Materials als auch von den daraus herzustellenden Konstruktionen abhängig.

In den folgenden Abschnitten sollen nun zunächst die Baustoffe, die natürlichen, die künstlichen und die Verbindungsmaterialien näher besprochen werden. Hiernach folgt das Nötige über den Mauerverband und darauf die Befestigung des Grundes. Nach diesem soll dann der Reihenfolge nach das Nötige über die verschiedenen weiteren Ausführungen von Gebäuden besprochen werden.

Erstes Kapitel.

Die Baustoffe.

§ 2. Allgemeines.

Die Baustoffe oder Baumaterialien werden eingetheilt in rohe oder natürliche und in künstliche Baumaterialien.

Zu den rohen oder natürlichen Baumaterialien rechnet man alle diejenigen Baustoffe, welche in ihrem natürlichen Zustande, also ohne weitere Veränderung der inneren Beschaffenheit der Masse, zum Bauen verwendet werden.

Zu den künstlichen Baumaterialien gehören alle diejenigen Baustoffe, welche erst künstlich verarbeitet und zubereitet werden müssen, sodass nicht allein ihre Gestalt, sondern auch die innere Beschaffenheit ihrer Massetheile gänzlich verändert wird, als z. B. bei Mauerziegeln und Dachziegeln durch das Brennen derselben.

Ferner gehören zu den künstlichen Baumaterialien auch alle Verbindungsmaterialien, die dazu erforderlich sind, die natürlichen oder künstlichen Bausteine zu einer Mauer zu verbinden. Es gehören daher alle Mörtelarten, Zemente und Kitte zu dieser Klasse, weil die hierzu tauglichen Rohstoffe erst einer gänzlichen Umänderung vor ihrer Verwendung bedürfen.

In den folgenden Paragraphen sollen nun zunächst die verschiedenen natürlichen und künstlichen Baustoffe näher angeführt werden.

§ 3. Die natürlichen Baustoffe (Baumaterialien).

Zu den natürlichen Baumaterialien werden alle diejenigen Steinarten gerechnet, welche in der Baukunst angewendet werden, ohne dass ihr natürlicher Zustand oder die Beschaffenheit und der innere Zusammenhang ihrer Bestandtheile durch Feuerhitze oder durch Auflösung oder Zersetzung umgeändert wird, und die nur äusserlich weiter bearbeitet oder zugerichtet werden, um sie in einer Form zu erhalten, die sie zur Verwendung als Baustein zweckmässig macht.

Man kann die natürlichen Bausteine, abgesehen von ihrer inneren Beschaffenheit in zwei Hauptklassen theilen und zwar erstens in Bruchsteine und ferner in Quadersteine.

Wenngleich nun unter Bruchsteinen im Allgemeinen alle diejenigen Steine begriffen sind, welche aus Steinbrüchen gewonnen werden und demnach auch die Quadersteine eigentlich als Bruchsteine betrachtet werden müssten, so macht man in der Baukunst insofern doch einen Unterschied, dass man unter Bruchsteine nur speziell solche Steine versteht, die in der Gestalt, wie sie abgesprengt oder gebrochen, ohne weitere Bearbeitung oder Zurichtung benutzt oder verwendet werden, die also eine durchaus unregelmässige Gestalt haben und mit welchen daher ein regelmässiges geschichtetes Mauerwerk nicht herzustellen ist. Dagegen diejenigen gebrochenen Steine, welche vor ihrer Verwendung gehörig bearbeitet und zugerichtet werden und eine regelmässige Gestalt erhalten, sodass mit denselben ein regelmässig geschichtetes und wolverbundenes Mauerwerk hergestellt werden kann, nennt man Quadersteine oder Werkstücke.

(Die in Folgendem aufgestellte Klassifizirung der verschiedenen natürlichen Bausteine ist dem im *Crelle*'schen Journal für die Baukunst mitgetheilten Aufsatz „Anleitung zur Kenntniss der wichtigsten natürlichen Bausteine u. s. w. von *K. F. Klöden*" entnommen.)

Die zu verwendenden natürlichen Bausteine können sein:

1. feste Gesteine, oder
2. lose Gesteine.

Die festen Gesteine können je nach der Beschaffenheit ihrer Zusammensetzung sein:

a) ungleichartige Gesteine;
b) gleichartige Gesteine;
c) scheinbar gleichartige Gesteine;
d) Trümmergesteine.

Man hat, abgesehen von dieser Klassifizirung, eine Menge fester Gesteinarten; es sollen jedoch nur die vorzüglichsten derselben, welche in der Baukunst am häufigsten zur Anwendung kommen, hier näher angeführt werden und zwar in der angegebenen Reihenfolge.

§ 4. Feste Gesteine.

a) Ungleichartige Gesteine.

Zu den ungleichartigen Gesteinen werden alle diejenigen gerechnet, welche ein krystallinisch körniges oder körnigschiefriges Gefüge haben und deren einzelne Gemengtheile, wenn sie auch mit einander unmittelbar und innig verbunden sind, sich dennoch nach ihren Eigenthümlichkeiten erkennen und unterscheiden lassen. Diese Steinarten sind gewöhnlich aus Quarz, Feldspath und Glimmer zusammengesetzt.

Es gehört hierher zunächst:

1. Der Granit.

Der Granit ist aus Quarz, Feldspath und Glimmer zusammengesetzt. Die Gemengtheile sind körnig von verschiedener Grösse, die innig mit einander verwachsen sind, aber durch keinen Zement mit einander verbunden werden. In den meisten Fällen ist der Feldspath vorwaltend und ist der Glimmer zuweilen nur sparsam zu finden; auch kann er in kleinen Stücken oft ganz fehlen. Zuweilen enthält der Granit auch noch einen oder mehrere zufällige Gemengtheile (Hornblende). Die Farbe des Granits ist sehr verschieden, sie kann weiss, grau, gelb, roth oder braun sein, welche Farbe von dem Feldspath, als dem überwiegenden Gemengtheil bestimmt wird.

Der Granit ist ein sehr fester, aber schwer zu bearbeitender Baustein. Wegen seiner grossen Festigkeit und Härte eignet er sich vorzüglich gut für festes Mauerwerk, sowol über der Erde, als auch unter der Erde und im Wasser.

Will man den Granit anwenden, wo er allen Witterungseinflüssen widerstehen soll, so muss man den kleinkörnigen wählen, weil dieser besser widersteht als der grobkörnige, welcher letztere eher verwittert und auch leichter unter Einwirkung grosser Lasten zerspringt. Ebenso ist in dem vorbezeichneten Fall derjenige Granit zu verwerfen, in welchem der Glimmer stark vorwaltet. Derartige Steine sind weniger fest und da der Glimmer leicht spaltet, hält er die Feuchtigkeit gern lange, die dann durch ihr Gefrieren im Winter oft

dem ganzen Stein schadet und ihn auseinander sprengt. Auch solche Granitstücke sind zu verwerfen, in welchen Eisenerze eingesprengt sind, weil diese Erze mit der Zeit verwittern und dadurch der Stein durchlöchert wird.

Der Granit verbindet sich mit dem Mörtel sehr schwer und es tritt eine solche Verbindung erst nach vielen Jahren ein. Der Mörtel bleibt lange feucht im Granitmauerwerk, wesshalb auch darauf zu achten ist, dass hier die Mörtelfugen nur möglichst schwach werden. Der Granit ist kälter als Backsteine, zugleich aber auch ein besserer Wärmeleiter als diese, wesshalb Mauern aus Granit leichter feuchter werden, als die aus gebrannten Steinen (Backsteinen). Granitmauern trocknen auch weit schwerer und bleibt der Mörtel, wie auch schon erwähnt, im Innern sehr lange weich, besonders wenn die Mauern sehr dick sind.

Vorzüglich eignet sich der Granit zu Plintensteinen, Radabweisern und dergleichen; überhaupt liefert der Granit aber auch ein ausgezeichnetes Material beim Strassenbau. (Granit v. Metten bei Deggendorf

2. Syenit.

Der Syenit besteht aus Körnern von röthlicher, grauer oder grünlichweisser Farbe mit deutlich blättrigem Bruche und rechtwinklichen Kanten, welche mit schwarzen oder dunkelgrünen Körnern von blättrigem Bruche verwachsen sind. Der Syenit ist aus Feldspath- und aus Hornblendetheilchen zusammengesetzt und ist der Feldspath gewöhnlich vorwaltend. Vielen Syeniten sind ausserdem noch Quarzkörner und Glimmerblättchen eigen.

Der Syenit ist dem Granit im Ganzen ähnlich, da seine Theile auf dieselbe Weise mit einander verbunden sind, wie im Granit. Der Syenit ist noch fester als der Granit. Im Uebrigen ist die Anwendung des Syenit eben wie beim Granit und gilt das darüber Angeführte auch hier.

3. Der Gneiss.

Der Gneiss besteht, sowie der Granit, vorzüglich aus Feldspath-, Quarz- und Glimmertheilen. Er unterscheidet sich von dem Granit aber wesentlich durch sein körnigschiefriges Gefüge, in welchem die Gemengtheile mit einander verbunden sind. Der Feldspath und der Quarz machen Lagen aus, mit welchen der Glimmer nicht als zusammenhängendes, sondern nur als dünnes Haufwerk von neben und über einander liegenden Blättchen und Schuppen wechselt. Hierdurch erscheint das Gefüge schiefrig und nicht körnig wie beim Granit. Je glimmerreicher nun der Gneiss ist, desto dünnschiefriger ist er. Beim Spalten des Gneisses springt er nach der Lage der Glimmertafeln, indem der Glimmer sich trennt.

Wo der Gneiss in dünneren Platten bricht, kann man ihn vortheilhaft zu Treppenstufen und Thürschwellen, sowie zum Belegen von Hausfluren benutzen. Im Wasser und in feuchter Erde verwittert und zerfällt er weit leichter als der Granit. Als Baustein über der Erde kann man ihn sehr gut verwenden, nur muss berücksichtigt werden, dass der Gneiss bei weitem geneigter ist, die Feuchtigkeit aus der Atmosphäre aufzunehmen und festzuhalten, als die beiden vorgenannten Steinarten.

4. Porphyrartige Gesteine.

Ein Gestein, in welchem man in einer dichten teigartigen Grundmasse von dunkler Farbe hellere erdige, etwas blättrige oder auch staubartige Körner,

und ausserdem durchsichtige wie Glas glänzende Körner findet, die körnig gemengt durch einander liegen, heisst „Feldstein-Porphyr".

Die dichte teigartige Grundmasse dieses Gesteines ist dichter Feldspath; die blättrigen, gewöhnlich stärker glänzenden Körner sind blättriger Feldspath, und die glasartigen Körner sind Quarz.

Besteht die Grundmasse aus Granit, Syenit u. s. w., so heisst das Gestein porphyrartiger Granit, Syenit u. s. w. und ist mit obigem Gestein nicht zu verwechseln.

Die Feldspath-Hauptmasse kann sehr verschiedene Farben haben; Roth ins Gelbe, Braune, Gräulichschwarze, Gräulichblaue, Graue, Grüne oder ins Weisse sich verlaufend. Diese Farben sind jedoch selten lebhaft, sondern meistens blass. Nicht selten hat aller Feldspath eines Blockes durch und durch eine gleiche Farbe; zuweilen findet man auch mehrere Farben streifen- und fleckenweise in derselben Masse. Die rothe Farbe ist diejenige, welche am häufigsten vorkommt; die schwarze Farbe ist aber nur selten.

Der Quarz zeigt sich grau, gelblich oder bräunlich: er ist durchsichtig und besteht aus stumpfeckigen Körnern; gewöhnlich ist nicht viel Quarz vorhanden und nicht selten ist er kaum zu bemerken.

Der im Gestein enthaltene blättrige Feldspath ist gelblich oder grünlichweiss, gräulich, dunkel fleischroth oder bräunlichroth. Der blättrige Feldspath, welcher zuweilen in über 26 Millimeter grossen, oft auch nur erbsengrossen oder in noch kleineren Körnern in der Masse vertheilt ist, ist heller gefärbt als die Grundmasse und nur selten findet man ihn dunkler oder von gleicher Farbe mit derselben; zuweilen findet man auch verschiedene gefärbte Feldspath-Krystalle.

In manchem Porphyrgestein ist der Feldspath erdig, welcher dann leicht auswittert und dadurch das Gestein porös wird. Oft finden sich auch in dem Porphyr kleine schwarze Nadeln von Hornblende oder schwarze und braunrothe Blättchen von Glimmer.

Der Porphyr ist im Ganzen ein vorzüglicher Baustein, der sehr fest ist, schwer verwittert und die Feuchtigkeit aus der Luft weniger anzieht, als alle anderen Steine. Auch als Pflasterstein beim Strassenbau ist der Porphyr ganz vorzüglich zu verwenden.

Es gibt noch verschiedene Arten von Porphyrgesteinen, die ihre Benennung gemeiniglich nach der Beschaffenheit ihrer Grundmasse erhalten, z. B. die Hornstein- und Jaspis-Porphyrarten, welche in jeder Witterung vorzüglich dauerhaft sind, die sich aber nur sehr mühsam zu regelmässigen Baustücken bearbeiten lassen.

b) Gleichartige Gesteine.

Die gleichartigen Gesteine sind entweder körnig, oder schiefrig oder dicht.

Die gleichartigen körnigen Gesteine sind dem Ganzen ihrer Masse nach, aus krystallinischen Theilchen zusammengesetzt, oder sie bestehen aus kleineren oder grösseren frischeckigen und scharfkantigen Körnern. Beim gleichartigen Gesteine hängen die krystallinischen Theilchen oder Körner einer und derselben Substanz zugehörend, bald nur lose, gleichsam durch blosse Berührung zusammen; bald aber findet man sie auch inniger verbunden, gewissermaassen verschmolzen mit einander.

Die gleichartigen schiefrigen Gesteine bestehen aus dünnen Lagen, die mit einander mehr oder weniger fest verbunden sind und bei denen diese Lagen alle von einer und derselben Beschaffenheit sind.

Gleichartige dichte Gesteine sind solche, deren Massentheilchen keine besondere Gestalt besitzen, sondern wo alle Theilchen so zusammengedrängt sind, dass sie ein Ganzes ausmachen, ohne irgend eine Eigenthümlichkeit des Verwachsenseins wahrnehmen zu lassen.

Die hauptsächlichsten hierher gehörigen Felsarten sind folgende:

1. Das körnige Quarzgestein.

Das Gestein ist aus kleinen Körnern zusammengesetzt, welche auf dem Bruche fettig glänzen und eine weisse, graue, rothe oder braune Farbe haben; sämmtliche Körner bestehen aus Quarz. Die Farben wechseln zuweilen streifen- und fleckenweise. Das Gestein nähert sich in seinem Ansehen dem Sandstein und wird zuweilen so feinkörnig, dass es sich in das Dichte verläuft. Nicht selten findet man kleine Höhlungen darin.

Seine grosse Festigkeit, das scharfkantige seiner Bruchstücke, sowie die Eigenschaft von beinahe keinem Stoffe angegriffen zu werden, machen ihn zu einem vorzüglichen Baustein. Der Kalk verbindet sich mit demselben sehr gut und mit den Jahren immer inniger, wesshalb er sich besonders zum Grundbau, sowie zu starkem Mauerwerk, sowol über als auch unter der Erde und im Wasser eignet. Zum Auspflastern der Viehställe eignet er sich vorzüglich desswegen, weil er durch die in der Mistjauche enthaltenen Salze nicht angegriffen wird.

Wegen seiner Härte eignet er sich auch vorzüglich zu Strassenbauten.

2. Der körnige Kalk.

Der körnige Kalk (Urkalkstein, salinischer, Parischer oder Karrarischer Marmor) oder Architektur- oder Bildhauer-Marmor ist wol zu unterscheiden von dem weiter unten noch zu erwähnenden Kalkstein.

Der körnige Kalk (ein kohlensaurer Kalk) ist von krystallinischem, körnigblättrigem Gefüge; die Körner zeigen sich so verbunden, wie im weissen Zucker ohne alle Zwischenräume, wobei die Körner jedoch bald grösser bald kleiner erscheinen. Die Körner können ausser der weissen Farbe in allen Abstufungen auch gelb, grün, blau, roth, braun und grau erscheinen. Die Farben sind nie sehr dunkel und wechseln nicht selten fleckenweise oder streifig, oft auch adrig, besonders blaue Adern auf weissem Grunde, auch wol geflammt. Die Körner werden zuweilen so klein, dass das Gestein sich in das Dichte verläuft, besonders wenn die Farbe grau ist. Zuweilen wird auch das Gefüge schiefrig. Unter Aufgiessen von etwas Salpetersäure erfolgt ein Aufbrausen und Schäumen.

Die Hauptanwendung des körnigen Kalksteins ist in der Prachtbaukunst und Bildhauerkunst. In der Bildhauerkunst muss der zu verwendende Stein eine gleichförmige reine Farbe haben, namentlich, wenn er zu Statuen verwendet werden soll; eine fernere Hauptsache ist aber auch noch, dass er durchaus und gleichförmig feinkörnig ist und sich gut schneiden und poliren lässt. Ist er rissig und zersplittert oder hat er ungleiches Korn und ist bröcklich und derartig weich, dass er nicht zur Bearbeitung tauglich ist, so findet er zweckmässig Anwendung zum Kalkbrennen.

Auch solcher Marmor ist zu oben angeführten Zwecken nicht tauglich, welcher Stellen von eingesprengten Schwefelkies hat, weil diese Stellen auswittern und der Stein alsdann eine löchrige Oberfläche erhält. Hat der Marmor Manganoxyd oder Eisenkieskörner eingesprengt, so oxydiren diese an der Luft und verursachen Flecke, die in keiner Weise zu verhindern oder wieder wegzubringen sind.

Es gibt eine Menge verschiedener Arten von Marmor, vielfach nach ihren Fundorten bezeichnet, die hier aber nicht weiter angeführt werden sollen, da ihre Anwendung, namentlich was die feineren und seltneren Sorten betrifft, hauptsächlich nur in der Bildhauerkunst stattfindet und hier zu Kunstgegenständen verschiedener Art bearbeitet werden.

3. Der körnige Gyps.

Der Gyps, eine Verbindung der Schwefelsäure mit Kalkerde, woher auch die Bezeichnung „schwefelsaurer Kalk“, unterscheidet sich von dem kohlensauren Kalk (oder dem Kalkstein) wesentlich dadurch, dass er nicht mit Säuren aufbraust.

Als Baustein hat der Gyps keinen Wert, indem er zu leicht auswittert und dann mehr oder weniger zerfällt; er kann daher weder zum Wasserbau noch zum Grundbau irgendwie benutzt werden. Ein wichtiges Material für die Baukunst gibt der Gyps erst dann, wenn er gebrannt und gemahlen (fein pulverisirt) ist, wo er dann in diesem Zustande mit Wasser angerührt zu inneren Verzierungen aller Art oder als Zusatz zum Mörtel benutzt wird, um ein schnelleres Binden desselben zu erzielen.

Die Farbe des Gypses ist aschgrau, röthlich, gelbgrau und auch blau. Die rein weissen Spielarten des Gypssteins werden im rohen Zustande als Material der Bildnerei behandelt und erhält er dann den Namen „Alabaster“.

Der Alabaster ist mehrentheils etwas durchscheinend und zuweilen auch durchsichtig; er ist aber bei weitem nicht so hart als der vorerwähnte körnige Kalk (Marmor).

Der Gyps ist, wie bereits erwähnt, im rohen Zustande eine Verbindung der Schwefelsäure mit Kalkerde. Glüht man den Gypsstein, so verliert derselbe seinen Zusammenhang, indem durch das Ausglühen sein Krystallwasser verflüchtigt wird und heisst dann der Gyps in diesem Zustande „gebrannter Gyps“.

Die Eigenschaften des gebrannten Gypses hängen theils von der Beschaffenheit des rohen Gesteins, theils aber von dem Verfahren beim Brennen ab. Nicht jeder Gypsstein gibt nach dem Brennen einen gleich guten Gyps und ist namentlich das Vorhandensein von Thon in demselben sehr nachtheilig, indem dieser das sogenannte Todbrennen des Gypses sehr leicht hervorbringt, wesshalb auch diejenigen Gypssteine, welche gebrannt werden sollen, vorher von allen anhängenden Thontheilchen sorgfältig gereinigt werden müssen.

Das Todbrennen des Gypses erfolgt auch, wenn man auf den Gypsstein eine stärkere Hitze einwirken lässt, als zum Fortschaffen seines Krystallwassers erforderlich ist; er backt dann zusammen und verliert damit die Fähigkeit mit Wasser vermengt, eine harte Masse wieder zu bilden.

Die zum Brennen des Gypses erforderliche Hitze lässt sich keineswegs genau bestimmen, sondern hängt die annähernde Bestimmung derselben von Erfahrung ab; jedenfalls muss aber die Hitze bedeutend geringer sein, als beim Talkbrennen. Vom Gyps wird weiter unten (§ 19) noch besonders die Rede sein.

4. Der Dolomit.

Der Dolomit, eine Verbindung von kohlensaurem Kalk und kohlensaurem Talk, ist ein ausgezeichnetes körniges Gestein von kleinem, auch wol sehr feinem Korn. Die Körner berühren sich nur an wenigen Stellen, sodass nicht selten sichtbare Zwischenräume bleiben, wodurch dann das Gestein oft ganz zerreiblich wird. Die Farbe des Gesteins ist gelblich oder weiss, gelbbraun oder auch braungrau und braust dasselbe mit Salpetersäure nur sehr langsam und schwach auf. Sehr häufig zeigt der Dolomit kleine Höhlungen; zuweilen erscheint derselbe aber auch, als sei er nur aus Stücken von dichterer oder erdiger Konsistenz zusammengebacken. Dieses ist besonders bei dem dunkler gefärbten der Fall, welcher dann unter dem Namen „Rauhwacke“ bekannt ist.

Der Dolomit ist nicht sehr allgemein verbreitet. Die festeren Arten lassen sich wie Marmor verarbeiten; mancher Dolomit ist in dünnen Platten auch biegsam. Der Dolomit kann auch als Mauerstein völlig wie gewöhnlicher Kalkstein verwendet werden.

Im Allgemeinen hat der Dolomit als Baustein eben nicht viel Werth, weil er sehr rissig und zerklüftet ist.

Man benutzt den Dolomit auch zum Kalkbrennen, wozu jedoch nicht alle Arten gleich tauglich sind, je nachdem sie mehr oder weniger Kalkerde enthalten. In England benutzt man ihn mehrfach zur Bereitung des hydraulischen Mörtels, indem man ihn in gebrannten und zerkleinerten Zustande als Kalkzuschlag verwendet.

5. Der Hornblendeschiefer.

Das Gestein ist schiefrig, von schwarzer ins Graue oder Grüne ziehender Farbe; es ist aus lauter feinen starkglänzenden, einander durchkreuzenden schwarzen Nadeln zusammengesetzt, die zuweilen so fein sind, dass man sie mit blossem Auge nicht erkennen kann. Das Gestein ist in der Regel sehr deutlich geschichtet, oft auch sehr dickschiefrig und ist dann das Schiefrige nur erst in grösseren Stücken zu erkennen.

Gewinnt man ihn in sehr dünnen Platten, so wird er als Bedeckungsmaterial angewendet. In dickeren Platten wendet man ihn zum Belegen von Hausfluren und Küchen, oder auch zu Mauerdeckplatten oder Treppenstufen an. In stärkeren Abmessungen benutzt man ihn auch als Mauerstein. Er widersteht den Einflüssen der Witterung im Allgemeinen sehr gut.

6. Der Kalkstein.

Die unter dieser Benennung aufzuführenden gleichartigen dichten Gesteine sind solche, welche mit Salpetersäure stark aufbrausen. Diese Steine haben immer ein dichtes, im Bruche splitteriges Gefüge und unterscheiden sich dadurch wesentlich von den oben unter 2 angeführten Kalksteinen, welche ein körniges Gefüge haben.

Man unterscheidet: Uebergangskalk, Alpenkalk, Jurakalk, Muschelkalkstein, Grobkalk, Süsswasserkalk und Kreide.

Der Uebergangskalk, dessen Gefüge nur selten dem körnigen sich nähert, ist in seiner Masse meist grau ins Blaue und Rothe, roth (selbst rosen- und blutroth), gelblich, grün, violett oder schwarz gefärbt. Die Masse ist vollkommen gleichartig, oft aber nach allen Richtungen von weissen Kalk-

spathadern durchzogen, welches für den Uebergangskalk sehr bezeichnend ist, da sie in keinem anderen Kalkstein so häufig vorkommen.

Zum Uebergangskalk gehören die meisten, unter dem Namen Marmor bekannten politurfähigen Kalksteine, welche aber wol von dem unter 2 angegebenen körnigen Kalk (Marmor) zu unterscheiden sind, da sie nicht ein körniges, sondern ein dichtes Gefüge haben.

Die Marmore sind entweder einfarbig, in welchem Falle sie nur zu untergeordneten Arbeiten verwendet werden, wenn ihre Farbe nicht besonders lebhaft ist, oder sie sind, was viel häufiger stattfindet, mehrfarbig. In diesem letzteren Falle ist dieselbe Kalkmasse an verschiedenen Stellen nur anders gefärbt und die Farben setzen dann in Wolken, Streifen oder Adern meistens nicht scharf ab, oder es hat sich zwischen dem dichten Kalk, nachdem er gerissen oder gesprungen war, eine andere dichte Kalkmasse eingedrängt, welche die einzelnen Massen verbindet und zusammenkittet. Ist diese eingedrungene Kalkmasse Kalkspath, so erscheint sie in weissen auf den Bruch glänzenden Adern; sie kann aber auch aus anders gefärbten dichtem Kalke bestehen, wo dann die Adern ebenfalls scharf abgesetzt erscheinen.

Man wendet auch den Uebergangskalk als Bruchstein an und benutzt ihn auch zur Aufführung von Fundamentmauern, sowie auch, wenn sie regelmässig bearbeitet sind, zur Aufführung der äusseren Seiten der freistehenden Mauern. Der Kalkstein hält sich aber nur gut in ganz trockenen Boden, oder, wenn er beständig unter Wasser ist, vorausgesetzt, dass keine Erze beigemengt sind. Dagegen darf man ihn nicht zu Fundamentmauern in Viehställen oder bei Kloaken und Abzugskanälen anwenden, weil er durch die Einwirkung der in den thierischen Exkrementen enthaltenen Salze verändert wird. Es erzeugt sich dann leicht Mauerfrass oder ein Salzbeschlag, der sich aber dann nicht nur auf die Grundmauern beschränkt, sondern weiter um sich greift. Ueberhaupt begünstigen Fundamentmauern von Kalksteinen aufgeführt, den Mauerfrass und das Auswittern von Salzen in allen Arten von Gebäuden in hohem Grade.

Sehr gut eignet sich der Uebergangskalk auch zum Kalkbrennen, indem derselbe meistens einen sehr guten Kalk liefert.

Der Alpenkalk, dessen Masse von splittrigem Bruche ist, der sich ins Muschlige und Ebene verläuft, hat eine unreine graue ins schwärzliche übergehende Farbe. Seine Anwendung ist wie die des Uebergangskalks.

Der Jurakalk hat eine sehr lichte gelblich- oder graulichweisse Farbe; er ist nicht besonders dicht und auf dem Bruche muschlig, auch splittrig und ganz ohne Glanz. Selten hat der Jurakalk fremde Mineralien beigemengt, wol aber hat er oft eine grosse Menge von versteinerten Muscheln, Schnecken, Korallen, Knochen, Fischen und Krebsen.

Der Jurakalk wird vielfach als Baustein und auch zum Kalkbrennen benutzt. Die als Baustein zu verwendenden Steine müssen mindestens ein Jahr lang vor der Verarbeitung der Witterung ausgesetzt liegen bleiben, damit man untersuchen kann, wie sie sich an der Luft bewähren. Thonige und wassersaugende Steine dürfen nicht als Baustein verwendet werden, weil sie zum Vermauern durchaus untauglich sind. Uebrigens hat man dafür zu sorgen, dass die zur Vermauerung benutzten Steine in dem Gemäuer dieselbe Lage erhalten, welche sie im Bruche hatten, welche Regel überhaupt für alle übrigen Kalksteine gilt.

Der Muschelkalkstein ist im Bruche fast eben, feinsplittrig, selbst flachmuschlig ohne Glanz, nur zuweilen durch eingesprengte Talkspaththeilchen ein körniges Ansehen erlangend. Seine Farbe ist lichtgrau oder gelblich, selbst ins Weisse ziehend, auch wol lichtbläulichgrau. Seine Härte und Festigkeit ist verschieden nach der Farbe und ist der graue Kalkstein meistens härter als der gelbe, welche letztere Farbe aber am häufigsten vorkommt. In der Regel ist das Gestein einfarbig; zuweilen finden sich blätterig-glänzende Körner (Kalkspath) eingesprengt, welche dann, wie schon erwähnt, dem Gestein ein körniges Ansehen geben. Nicht häufig sind ihm fremde Mineralien beigemengt; ist es der Fall, so erscheinen sie weiss; zuweilen perlmutterartig-glänzend, oder es sind Erze. Dagegen enthält das Gestein eine grosse Menge von Versteinerungen, besonders von Muscheln, von welchen manche Lagen ganz zusammengesetzt erscheinen.

Will man den Muschelkalkstein als Baustein benutzen, so muss er wenigstens ein Jahr lang der freien Luft und dem Wetter ausgesetzt bleiben, um zu untersuchen, ob er als Baustein tüchtig ist. Zeigt es sich hierbei, dass er dann in Folge der Einwirkung der Witterung nicht schiefrig geworden ist und ferner, dass er mit einem Hammer angeschlagen, einen hellen Klang von sich gibt, so kann man denselben ohne Gefahr anwenden. Kalksteine, welche mit Adern anderer Steinarten oder mit Erzen durchzogen sind, dürfen niemals an feuchten Orten als Bausteine verwendet werden; dessgleichen dürfen auch nicht solche Kalksteine als Bausteine Anwendung finden, welche ein gefärbtes krummblättriges Gefüge haben, weil diese, vorzüglich an feuchten Orten, sich leicht aufblättern. Ebenso sind die porösen Kalksteinarten nicht als Bausteine gut verwendbar, weil sie, wenn sie der Witterung ausgesetzt und mit Kalk vermauert werden, die Entstehung des Salpeterfrasses sehr begünstigen. Ueberhaupt muss man mit der Verwendung des Kalksteins als Baustein sehr vorsichtig sein; namentlich darf man denselben nicht zu Fundamentmauern für Viehställe und Kloaken anwenden, indem durch die Einwirkung der in den thierischen Exkrementen enthaltenen Salze sich kohlensaures Natron und andere Salzarten erzeugen, woraus dann ein Mauerfrass oder Salzbeschlag erfolgt, der sich aber sehr bald weiter verbreitet. Beim Wasserbau wendet man den Kalkstein sehr zweckmässig an, wenn er beständig unter Wasser bleibt, weil er sich hier unverändert hält.

Eine Hauptanwendung findet der Muschelkalkstein gebrannt zur Bereitung des Mörtels. Jeder Kalkstein gibt aber nicht einen gleichvorzüglichen Mörtel, denn die gewöhnlich zum Kalkbrennen angewendeten Kalksteine bestehen nie aus reiner kohlensaurer Kalkerde, sondern es sind die meisten Kalksteine ein Gemenge aus kohlensaurer Kalkerde, Kieselerde, Thonerde, auch wol kohlensaurer Talkerde. Diese Erdarten treten unter gewissen Bedingungen in Verbindung und hängt von der grösseren oder geringeren Menge der einen oder der anderen Erdart mehr oder weniger die Güte des daraus gebrannten Kalks ab. Je nachdem nun der Kalkstein einen geringeren oder grösseren Antheil an Kiesel- und Thonerde enthält, wird der daraus gebrannte Kalk fetter, magerer oder hydraulischer Kalk.

Die dichtesten und trocknesten Arten der Kalksteine geben gebrannt, einen mageren Kalk. Kalksteine mit mehr oder minder erdigem Bruche; von schmutziger weisser oder grauer Farbe geben meistens den besten hydraulischen Kalk. Ganz reiner kohlensaurer Kalkstein, als der oben erwähnte körnige Kalkstein (Marmor) gibt keineswegs den vorzüglichsten Mörtel, sondern

es ist notwendig, dass er einen nicht zu kleinen Antheil von Kiesel- und Thonerde enthalte. Bei dem gewöhnlichen fetten Kalke beträgt dieser Antheil bis zu 10 Prozent. Im Voraus lässt sich aber von keinem Kalkstein die Güte des daraus zu erhaltenden gebrannten Kalks bestimmen, sondern es lassen sich nur durch angestellte Versuche mit dem gebrannten Kalk darüber genügende Resultate erhalten.

Der Grobkalk kommt in Deutschland nicht sehr häufig vor und wo er vorkommt, benutzt man ihn in derselben Weise, wie den eben erwähnten Muschelkalkstein. Häufiger ist er in Frankreich und besonders häufig in der Umgegend von Paris, wo er unter dem Namen pierre de Liais bekannt ist, und wo er eine vielfache Anwendung sowol als Baustein, als auch zum Kalkbrennen findet.

Der Süsswasserkalk, eine dichte, im Bruche splittrige oder flachmuschlige und ebene Kalkmasse von weisser, grauer, selten brauner Farbe, wird, wo er noch vorkommt, in der Regel, wie der gemeine Kalkstein benutzt. Eine Abart des Süsswasserkalks ist der sogenannte Kalkalabaster, welcher aber nicht mit dem Gyps-Alabaster zu verwechseln ist, welcher letztere viel häufiger vorkommt als ersterer.

Zu der Art des Süsswasserkalkes gehört ferner der Kalktuff, Duckstein oder Kalksinter. Er ist aus zusammengesinterten kohlensauren Kalktheilchen sichtbar zusammengesetzt. Die äussere Oberfläche des Steins ist gewöhnlich rauh, die Gestalt röhrenförmig. Die Farbe ist weiss, grau oder braun. Der Kalktuff kommt selten in Lagern von grösserer Mächtigkeit vor und ist nicht mit dem vulkanischen Tuffstein zu verwechseln, welcher einer ganz anderen Steinart angehört, wovon weiter unten die Rede ist.

Der Kalktuff ist hinsichtlich seiner Festigkeit und sonstigen Beschaffenheit sehr verschieden und richtet sich hiernach auch wesentlich seine Verwendung beim Bauen. Im Allgemeinen ist derselbe aber in der freien Luft nicht mit Vortheil als Baustein anzuwenden, weil er selten eine hinreichende Festigkeit besitzt und ferner das Wasser hartnäckig an sich hält und daher dann auch durch Frost leicht zerstört wird. Die eisenschüssigen oder gefärbten, gewöhnlich ziemlich festen Abarten sind die unbeständigsten unter allen. Dagegen diejenigen von weisser Farbe sind besser und werden an der Luft allmälig härter

Doch findet man an einzelnen Orten auch sehr kompakten Kalktuff, der dann sehr zweckmässig als Baustein benutzt werden kann. Im Allgemeinen ist es aber immer vorzuziehen, den Kalktuff an solchen Orten anzuwenden, wo keine abwechselnde Nässe und Trockenheit auf ihn einwirken kann. Uebrigens gehen die Kalktuffsteine mit dem Mörtel eine schnelle und feste Verbindung ein.

Die Kreide besteht beinahe gänzlich aus kohlensaurer Kalkerde und Wasser mit einer sehr geringen Menge Thonerde; andere Gattungen derselben enthalten auch einen beträchtlichen Antheil Kieselerde. Man findet häufig Versteinerungen von Seethieren in der Kreide, welche Versteinerungen denn in eine kieselartige Substanz übergegangen sind.

Die Kreide wird ebenfalls und mit Vortheil zum Kalkbrennen verwendet und sie liefert einen Kalk, welcher alle Eigenschaften des aus Marmor oder Kalkstein gebrannten Kalks besitzt. Vielfache Verwendung findet die Kreide auch bei der Zubereitung des Portland-Zements, wovon noch weiter unten die Rede ist.

Als Baustein findet die Kreide und namentlich hier in Deutschland keine Anwendung; dagegen in England wird sie zu Quadern zersägt und mehrfach zum inneren Ausbau leichter Gebäude verwendet.

Zu den dichten gleichartigen Gesteinen, die mit Salpetersäure mehr oder weniger schwach aufbrausen, gehört:

7. Der Mergel.

Der Mergel ist eine mit Thon oder mit Kieselerde, oder mit beiden Erdarten zugleich in sehr verschiedenen Mischungsverhältnissen gemengte, nicht selten auch sehr sandige kohlensaure Kalkmasse. Je nachdem nun die Kalkerde oder die Thonerde vorherrschend ist, unterscheidet man einen Kalk- oder Thonmergel.

Die Farbe des Gesteins ist unreinweiss, grau, gelblich, grünlich, röthlich, bläulich oder grünlichgrau. Es ist im Bruche uneben bis zum Erdigen, seltener blättrig; im Grossen zuweilen schiefrig. Seine Härte ist sehr verschieden bis zum Zerreiblichen. Oft sind ihm Sandkörner eingemengt, die ihn sehr rauh anfühlen lassen und dem Sandstein ähnlich machen. Frisch gebrochen ist er zuweilen so weich, dass er geschnitten werden kann; an der Luft wird er fester und spröder. Der blättrige Mergel schwillt im Wasser, wird weich und zerfällt zu Pulver oder zu einer teigartigen Masse. Der Mergel enthält oft Reste von Fischen, Krebsen, Konchylien und Pflanzentheilen.

Der Mergel lässt sich zum Theil wie gemeiner Kalkstein als Mauerstein benutzen, jedoch muss bei der Anwendung die grösste Vorsicht beachtet werden, weil derselbe sehr leicht zerreisst. Will man daher dieses Gestein als Baustein benutzen, so muss es gebrochen, mindestens ein Jahr der freien Witterung ausgesetzt bleiben und darf man dann nur die durchaus gut erhaltenen Steine anwenden. Die Verwendung des Mergels als Baustein zu Mauern an feuchten Orten ist unter allen Umständen zu vermeiden, weil die daraus hergestellten Mauern bei feuchter Witterung und beim Wechsel der Temperatur im Winter oder Frühjahr mit einer salzigen Feuchtigkeit sich überziehen, welche den Mauerfrass einleitet.

Die Kalkmergelsteine werden auch vielfach zum Kalkbrennen benutzt; sie geben aber im Allgemeinen keinen so guten Mörtel als der Muschelkalkstein. Doch findet man einige Mergelarten, die einen sehr guten hydraulischen Mörtel liefern, welches in einem sehr bedeutenden Antheil von Kieselerde seine Ursache hat.

c) Scheinbar gleichartige Gesteine.

Die zu dieser Abtheilung gehörenden Steinarten sind entweder schiefrig, porphyrartig, dicht glasartig, oder sie gleichen den Schlacken eines Ziegelofens mehr oder weniger.

Zu dieser Klasse gehören:

1. Der Thonschiefer.

Das Gestein ist ausgezeichnet schiefrig. Die Bruchfläche ist theils eben, theils splittrig, theils erdig; es glänzt dabei wenig und spaltet leicht nach der Richtung der Blätter. Die Farbe des Gesteins ist grau, roth, unreingrün, braun oder schwarz und wechselt zuweilen in Flecken und Streifen. Die

Thonschieferblättchen sind ein höchst feines und inniges Gemenge aus Glimmer, Quarz, Feldspath und Kalk.

Im Allgemeinen verwittert der Thonschiefer ziemlich leicht, nur einige Arten widerstehen länger und zwar hält sich besonders ziemlich lange der dunkelbau und schwärzlich grau gefärbte Thonschiefer.

Zerfallener Thonschiefer gibt zuletzt einen Thon oder Lehm, wovon aber der dünnschiefrige schwarze Thonschiefer eine Ausnahme macht.

Die fein- oder dünnschieferigen Arten werden vorzugsweise als Dachschiefer oder zum Bekleiden von Giebelfeldern benutzt. Sie müssen aber dicht und ohne alle Poren sein und kein Wasser durchlassen; zugleich müssen sie auch etwas zähe sein und der Witterung ausgesetzt, sich gut halten. Sie dürfen daher weder durch Nässe noch durch Frost leiden, noch durch die Zersetzung eingemengter nicht sichtbarer Stoffe zerbröckeln. Dieses letztere findet namentlich dann statt, wenn dem Stein Schwefelkies eingemengt ist. Dieses lässt sich jedoch leicht ermitteln, wenn man ein Stück Schiefer zwischen Holzkohlen glüht, wo dann im Fall des Vorhandenseins von Schwefelkies ein Schwefelgeruch sich entwickelt. In solchem Falle ist aber der Stein unbrauchbar. Dasselbe findet auch statt, wenn bei diesem eben angedeuteten Versuche ein Theil des Schiefers verbrennt, woraus dann hervorgeht, dass der Stein Kohle enthält. Derjenige Schiefer, welcher mit Salpetersäure aufbraust, darf auch nicht als Dachschiefer angewendet werden, weil dieses Aufbrausen das Vorhandensein von Kalk anzeigt. Die Beimengung von Kalkerde veranlasst aber, dass der Schiefer Feuchtigkeit anzieht und beständig feucht ist.

Man benutzt den Thonschiefer ferner zum Belegen der Hausfluren, zu Deckplatten und zu Mauerbekleidungen. Die dickspaltigen Schieferblöcke werden auch als Mauersteine angewendet.

Der Alaunschiefer, dessen Farbe bräunlich-schwarz ist, ist ein Alaunhaltiger Thonschiefer, der sehr leicht verwittert und daher für die Anwendung nicht taugt.

2. Der Trachyt.

Der Trachyt ist vulkanischen Ursprungs und gehört zu den porphyrartigen Gesteinen. Seine Hauptmasse ist feinsplitteriger Feldspath, meist aber ein höchst kleinkörniges Gemenge, dessen einzelne Theile aber nicht mehr zu unterscheiden sind. Die in dem Steine vorkommenden grösseren Krystalle sind glasiger Feldspath. Die Farbe des Trachyts ist grau bis ins Weisse sich ziehend, aber nur selten und in einzelnen Lagen schwärzlich oder dunkelbräunlichroth.

Der feste Trachyt ist ein guter und sehr trockener Baustein, der sich gut mit dem Mörtel verbindet und nicht leicht verwittert. Der lose, leicht zerreibliche Stein ist jedoch nicht als Baustein zu gebrauchen, sondern man muss nur feste und möglichst dichte Steine verwenden.

Der Dom zu Köln ist aus Trachyt gebaut.

3. Der Basalt.

Der Basalt oder auch Säulenstein hat eine schwarze, etwas ins Grüne oder Blaue ziehende Farbe. Das Gestein ist von unebenen Bruch mit unvollkommenen muschligen Vertiefungen, undurchsichtig und wenig glänzend. Zuweilen enthält er schwarze glänzende Flecken, welches Hornblende ist. Der Basalt ist sehr hart und schwer zersprengbar.

Der Basalt zieht das Wasser aus der Atmosphäre ungemein leicht an und erleidet durch dessen Einwirkung ungeachtet seiner Härte und Festigkeit allmälig eine Zersetzung. Er würde aber dennoch als Baustein sehr gut zu verwenden sein, wenn er nicht so kalte Mauern gäbe, die bei ihrer Neigung das Wasser aus der Atmosphäre niederzuschlagen, nicht so leicht trocken werden und desshalb feuchte und kalte Wohnungen geben. Nur zu solchen Mauern ist er als Baustein verwendbar, bei welchen diese Feuchtigkeit ohne allen weiteren Nachtheil ist. Er verbindet sich dieserhalb auch nicht gut mit Mörtel, weil dieser stets weich bleibt. Den porösen Basalt darf man nicht als Baustein verwenden, weil dieser durch Frost sehr leidet und leicht zerspringt und verwittert.

Ausgezeichnet dagegen ist der Basalt beim Strassenbau zu verwenden, weil er einmal eine bedeutende Härte und Festigkeit besitzt und ferner auch beim Zerfahren nur sehr geringen Staub gibt. Ferner aber ist er zu Treppenstufen, Thürschwellen und Radabweisern sehr zweckmässig zu verwenden.

d) Trümmergestein.

Die Trümmergesteine bestehen aus einer Menge rundlicher, selten etwas eckiger Gesteine der vorgeschriebenen Arten, welche durch einen erhärteten Teig mit einander verbunden sind, der sich dem Auge oft ganz entzieht, wenn jene Körner sehr klein sind. Es gehören hierher:

1. Die Grauwacke.

Die Grauwacke, welche mit der Wacke, einem sehr leicht verwitternden Gestein, nicht zu verwechseln ist, erscheint wie ein bald mehr, bald weniger feinkörniger Sandstein, von Farbe grau oder röthlichbraun. Die rundlichen oder eckigen Körner sind an Grösse unter einander sehr verschieden. Diese Körner bestehen vorzugsweise aus weissen, grauen oder röthlichen Quarz; ausserdem aber auch aus schwarzen oder braunen Thonschiefer, aus Kieselschiefer, weniger Glimmer; ferner auch aus Feldsteinporphyr, Granit und Kalkstein. Die Körner sind durch eine harte Thonschiefermasse mit einander verbunden.

Manche Grauwacke zeigt ein schieferiges Gefüge, vorzüglich auf dem Querbruch; in diesem Falle nennt man das Gestein „Grauwackenschiefer“, wo dagegen die andere die „körnige“ oder „gewöhnliche Grauwacke“ genannt wird. Die Grauwacke kann als Baustein zu allen Arten von Mauerwerk mit Nutzen angewendet werden; in feinkörnigen Abänderungen kann sie selbst zu Gesimsen und derartigen Arbeiten verwendet werden; sie verbindet sich auch sehr gut mit dem Mörtel. Die schieferige Grauwacke oder der Grauwackenschiefer, welcher leicht in Tafeln spaltet, wird zum Belegen von Hausfluren, Küchen und Kellern, ferner zu Deckplatten, Sockelbekleidungen und anderen Arbeiten verwendet.

2. Der Kieselsandstein.

Der Kieselsandstein oder auch der Quadersandstein, meist von sehr kleinen und feinen gleichförmigem Korne, besteht fast ganz aus Quarzkörnern und aus Quarzstücken von kaum sichtbarer Grösse bis zu der Grösse eines Mohnsaamenkornes, die durch ein thoniges oft kaum zu erkennendes Bindemittel zusammengehalten werden. Seine Körner greifen oft so dicht in einander, dass das Bindemittel ganz verschwindet. Nicht selten ist das Bindemittel mit

Eisenoxyd durchdrungen und wechseln dann die Farben in Flecken und Streifen. Die Festigkeit des Steins wird sehr durch das Bindemittel bedingt und besonders fest ist derselbe, wenn der Teig kieselig ist. Die gewöhnliche Farbe des Gesteins ist graulich oder gelblich weiss und nur, wenn es eisenschüssig ist, ist die Farbe braun oder ockergelb.

Das Gestein ist nur selten und dann unvollkommen schiefrig.

Der Kieselsandstein ist einer der wichtigsten Bausteine und seine Anwendung sehr ausgedehnt. Die feineren dichten Arten dieses Sandsteins verwendet man in der Prachtbaukunst zu Bildhauerarbeiten, zu Säulen, Gesimsen, Verzierungen und dergleichen Gegenständen. Die gröberen Sorten benutzt man zu Treppenstufen, Gossensteinen, Wassertrögen, Pferdekrippen, Quadersteinen und solchen Gegenständen, die weniger eine feinere Bearbeitung nötig haben.

Dieser Sandstein hält sich in der Witterung sehr gut und ist namentlich mit kieseligem Bindemittel sehr dauerhaft; er verbindet sich auch ferner sehr gut mit dem Mörtel.

3. Der bunte Sandstein.

Der bunte Sandstein ist von feinem und meist sehr gleichem Korn, dessen oft kaum sichtbare runde und eckige Körner aus Quarz durch ein thoniges, oder weniger oft durch ein kalkiges oder kieseliges Bindemittel zusammengehalten werden. Die Farbe des Gesteins verläuft sich aus dem Grauen ins Weisse, Gelbe und Braune, auch ins Rothe und Grünliche. Die Farbe wechselt an einzelnen Stellen in Streifen, Flecken, in geflammten und gebänderten Zeichnungen mit einander ab, bleibt aber auch auf grösseren Stellen ganz gleichförmig.

Der dichte bunte Sandstein ist meistentheils sehr fest und dann ein sehr guter und dauerhafter Baustein. Nicht selten enthält er kleine Thonpartien, plattgedrückte Nieren und Nester, die unter den Namen „Thongallen" bekannt sind. Diese Thongallen werden durch Nässe sehr leicht ausgewaschen, der dazwischen liegende Sandstein bleibt stehen und es erscheint dann die Oberfläche sehr durchlöchert, wesshalb solche Steine, die man bei der Bearbeitung auch schon sehr leicht herausfinden kann, zu feineren, der äusseren Witterung ausgesetzten Arbeiten nicht verwendet werden dürfen.

Von zufälligen Einmengungen zeigen sich ferner Glimmer und kleine weisse Kalkspath-Blättchen; höchst sparsam sind aber in ihm Versteinerungen. Der eingemengte Glimmer verursacht nicht selten, dass der Stein schiefrig wird, was namentlich bei Anwendung des Steins zu feineren Arbeiten nachtheilig werden kann, indem das in diese Glimmerschicht eindringende Wasser beim Froste sehr leicht friert und den Stein auseinander sprengen kann.

4. Der rothe Kieselsandstein.

Der rothe Kieselsandstein ist ein bald mehr bald weniger klein- und feinkörniger Sandstein, der zuweilen aber auch ein grobes Trümmergestein wird, dessen Körner theils eckig, theils abgerundet, meist aus Quarz, ausserdem aus Granit, Glimmer-, Thon- und Kieselschiefer bestehen, die an Grösse sehr verschieden und auf vielartige Weise ohne alle bestimmte Richtung unter einander gemengt, durch einen bräunlichen und graulichen, meist sehr zähem Teig mit einander verbunden werden. Er hat in der Regel einen sandigen Bruch; seine Festigkeit ist sehr verschieden und geht vom schwer Zerspreng-

baren bis zum Zerreiblichen durch alle Grade. Meist zerspringen die grossen Kiesel leichter als das Bindemittel, welches sie zusammenkittet. Das Gestein enthält zuweilen versteinerte Holzstücke, Aeste und Wurzeln. Das Gestein verwittert sehr schwer und bietet sowol den zerstörenden Einflüssen der Atmosphäre als auch denjenigen des Wassers länger Trotz als Granit, Porphyr oder andere harte Gesteine. Es wird als Baustein zu Quadern verwendet und liefert ein sehr vortreffliches Baumaterial, obgleich es schwieriger zu bearbeiten ist, als andere Sandsteinarten. Die Festigkeit des Steins gewinnt durch die Verarbeitung, indem das Bindemittel an der Luft weiter erhärtet. Mit dem Mörtel geht dieses Gestein ebenfalls eine gute Verbindung ein.

5. Die Molase.

Die Molase ist ein im Ganzen feinkörniger und gleichförmiger, meist sehr fester, oft aber auch zerreiblicher Sandstein, der aus kleinen Quarzkörnern, mit einem thonigen oder kalkigen Bindemittel, besteht. Die Farbe ist weiss oder grau, bis ins Röthliche oder Bläuliche, auch wol Gelbe oder Rostbraune.

Ist das Bindemittel stark thonartig, so nennt man das Gestein auch „Thonsandstein"; ist dagegen das Bindemittel kalkartig, so nennt man das Gestein „kalkartigen Sandstein". Das Vorhandensein eines kalkartigen Bindemittels lässt sich durch einige Tropfen Salpetersäure ermitteln, die alsdann, indem man sie aufgiesst, auf ihm brausen.

Der Thonsandstein besitzt die Eigenschaft, dass er im Bruche weich ist und der Luft ausgesetzt, erhärtet. Er ist vorzüglich gut geeignet zum Grundbau in sumpfigen und nassen Boden und obgleich er das Wasser hartnäckig zurückhält, so erleidet er dennoch keine Veränderung vom Froste.

Der kalkartige Sandstein, zumal wenn dessen Bindemittel Kalkmergel ist, zieht Wasser aus der feuchten Luft an und gibt Anlass zu feuchten Mauern. Ueberhaupt ist dieser Sandstein nicht so gut als der erstere, weil er leichter von der Witterung leidet.

6. Der Sandsteinschiefer.

Der Sandsteinschiefer unterscheidet sich dadurch nur von den oben beschriebenen Sandsteinarten, dass ihm Glimmer in kleinen Schuppen eingemengt sind, wodurch er häufig ziemlich dünnschieferig wird und sich in ziemlich dünnen Platten regelmässig ablösen lässt.

Der Sandsteinschiefer hat meistentheils ein thoniges Bindemittel und besitzt, wenn er gebrochen wird, keinen hohen Grad der Härte, sondern er ist zuweilen ganz mürbe und sogar zerreiblich, was seine Bearbeitung im frischen Zustande sehr erleichtert. Er erhärtet aber nach einiger Zeit an der Luft.

Am wenigsten brauchbar ist der Sandsteinschiefer mit mergelartigem (kalkigthonigem) Bindemittel, denn dieser Stein hat nur sehr geringe Festigkeit und verwittert auch sehr bald.

Dieser Sandsteinschiefer findet eine vielfache Anwendung zum Belegen der Fluren in Waschhäusern, Küchen, Kellern und Packhäusern.

7. Der Trass.

Der Trass, Dukstein oder vulkanische Tuffstein ist ein vulkanisches Erzeugniss, welches ganze Lagen zusammensetzt.

Das Gestein besteht aus einer erdigen unrein gelben, ins Graue oder Braune ziehenden nicht glänzenden Hauptmasse, die theils porös, theils dicht

ist und häufig Bimssteinstücke eingeschlossen hat. Man findet auch wol Bruchstücke von Thonschiefer, Trachyt und Basalt, sowie Trümmer von Schlacken darin. Er ist auch anzufühlen wie Bimsstein und gibt an seinen dünnen scharfen Enden ein Geräusch, wenn man mit dem Finger darüber hinfährt. Er lässt sich mit dem Messer schaben. Seine Bestandtheile sind Kieselerde, Thonerde und etwas Eisenoxyd.

Der Trass kann so, wie er gefunden wird, als Baustein benutzt werden: von weit grösserer Wichtigkeit ist aber seine Verwendung zum Mörtel, dem er, zu Pulver zermahlen, statt des Sandes zugesetzt wird und demselben dann die Eigenschaft gibt, unter Wasser zu erhärten, worüber weiter unten noch näher die Rede sein wird.

§ 5. Der Thon.

Zu den natürlichen Baustoffen gehört ferner der Thon.

Wenngleich nun die Anwendung des Thons in seinem natürlichen Zustande in der Baukunst eben nicht sehr ausgebreitet ist, indem er in dieser Beziehung nur hauptsächlich wegen seiner Undurchdringlichkeit gegen Wasser Anwendung findet, so sind doch wenige Baustoffe in so vieler Beziehung für den Baumeister von Wichtigkeit als der Thon. Die Eigenschaft des Thons, sich mit Wasser erweichen und kneten zu lassen, im Feuer aber steinhart zu brennen, macht ihn namentlich so wichtig für die Anwendung zu Mauerziegeln.

Der gemeine Thon, wie er in der Natur vorkommt, frei von anderen mechanisch eingemengten Stoffen, ist eine Verbindung der Thonerde mit Kieselerde. Nicht selten enthält er aber noch nebenbei kohlensaure Kalkerde, eine Menge Kieselsand, Talkerde, Schwefelkies, Gyps, Feldspath und Eisenoxyd. Auch findet man vielfach im Thon vegetabilische Ueberreste, zumal Wurzeln und andere organische Körper. Zuweilen ist er auch reichhaltig von Erdharzen und von Kohlenstoff durchdrungen. Die Farbe des Thons ist sehr verschieden, sie ist entweder grau, gelblich, schwarz, roth, braun, weiss oder auch blau.

Nicht jeder Thon ist gleich tüchtig zur Ziegelfabrikation und ist der sogenannte verhärtete Thon, der nur schwer mit Wasser erweicht, dazu gar nicht anwendbar. Ob eine Thonart zur Ziegelfabrikation sich zweckmässig anwenden lässt oder nicht, ist durch die äusseren Kennzeichen nicht hinreichend zu bestimmen, sondern lassen sich durch Versuche selbst erst genaue Resultate darüber erlangen. Im Allgemeinen kann man aber annehmen, dass jeder Thon sich dazu anwenden lässt, der angefeuchtet, gut klebt; der sich fest zusammen ballen lässt, und wenn man ihn drückt, zwar nachgibt, aber nicht aufreisst und ferner beim Kneten die Hände stark beschmutzt.

Ist der Thon, welcher zu Ziegeln verwendet werden soll, zu fett, so reisst er beim Trocknen und noch mehr beim Brennen; auch krümmen sich die Ziegel und schwinden dabei zu sehr und zu ungleich, so dass eine verschiedene Grösse der gebrannten Ziegel unter einander erhalten wird; ferner wird auch die Oberfläche der Ziegel zu glatt, so dass der Mörtel nicht gehörig daran haftet. Das Schwinden beträgt bei fetten Thon den dritten Theil der Masse, dagegen bei magerem Thon nur etwa den vierten Theil; es ist daher, um ein richtiges Resultat zu erhalten, vorher die Aufstellung verschiedener Probebrände erforderlich. Hat sich aus den Bränden ergeben, dass der Thon, welcher zu den Ziegeln verwendet werden soll, zu fett ist, so lässt er sich durch eine Beimengung von Sand magerer machen; man darf sich

hierzu aber keines zu grobkörnigen Sandes bedienen. Was die Menge des Sandzusatzes betrifft, so hängt diese selbstverständlich immer mehr oder minder von der fetten Beschaffenheit des Thones ab. Im Allgemeinen kann man aber ohne Nachtheil so viel Sand dem Thon zu setzen, als er beim Brennen geschwunden ist. Ist der Thon zu mager, was sich ebenfalls durch Probebrände sehr bald ermitteln lässt, so muss er durch Zusatz von fettem Thon verstärkt werden. Hierdurch lässt sich jeder Thon zum Steinbrennen tauglich machen.

Wie schon oben angeführt, ist dem Thon auch häufig Eisenoxyd beigemengt. Bei jedem guten Ziegelthon ist es sogar notwendig, dass er daran nicht zu arm sei, weil dadurch die Kiesel- und Thonerde beim Brennen sich besser verbinden und festere, klingendere und dichtere Ziegel erhalten werden. Das Eisenoxyd gibt den Ziegelsteinen nach dem Brennen die rothe oder gelbe Farbe. Enthält der Thon jedoch eine zu grosse Menge Eisenoxyd, so wird er dadurch beim Brennen schmelzbar.

Der reine blos kieselhaltige Thon ist im Feuer unschmelzbar und wird daher solcher Thon hauptsächlich zu feuerfesten Steinen verarbeitet. Thone dieser Art sind aber selten.

Enthält der Thon Erdharz- oder Kohlenstofftheile und ist frei von Eisenoxydtheilen, so wird er durch das Brennen weiss, wenn seine Farbe vorher auch schwarz, blau oder farbig war.

Enthält der Thon kohlensaure Kalkerde beigemengt, deren Gegenwart durch Brausen sich zu erkennen gibt, sobald man den Thon mit Salpetersäure übergiesst, so erleidet derselbe, wenn die Menge der Kalkerde beträchtlich ist, im Feuer eine Zusammensinterung, und findet diese in um so höheren Grade statt, je mehr Kalkerde vorhanden ist. Es entweicht dann beim Brennen die Kohlensäure luftförmig durch den Thon und macht ihn blasig und löcherig. Die Steine bersten auseinander und blättern ab. Um dieses dann zu verhüten, müssen die Steine stärker gebrannt werden, bis die Schmelzung oder sogenannte Verglasung anfängt, wodurch sich dann die Blasen wieder ausfüllen, wobei aber die Steine sich sehr stark verziehen oder wie man es auch nicht selten findet, mehre Steine zusammenschmelzen.

Ist die Kalkerde in geringer Menge und in sehr feinen Theilen dem Thon beigemengt, so ist sie unschädlich und wenn die Steine stark gebrannt werden, sogar eher vortheilhaft, weil die anfangende Schmelzung sie sehr fest macht. Magerer Thon kann durch Beimengung von etwas Kalkerde sogar verbessert werden, wenn man nur nicht eine starke Feuerung scheut. Am vortheilhaftesten eignet sich zu dieser Beimengung der Kalkmergel.

Sind dagegen dem Thon Kalknieren, Kalktrümmer, sowie auch Gypsnieren beigemengt, so müssen diese aus dem Thon entfernt werden, weil diese Theile nach dem Brennen beim Einsaugen von Feuchtigkeit den Stein zersprengen. Auch Schwefelkies ist sorgfältig aus dem Thon zu entfernen, weil derselbe in den gebrannten Steinen später einen Salzbeschlag in dem Mauerwerk hervorbringt, der Nässe aus der Luft aufnimmt und die Steine bröcklich macht. Ebenso sind auch Wurzelfasern und andere organische Substanzen sorgfältig aus dem Thon zu entfernen.

Hat man hinreichenden Raum, so ist es sehr zweckmässig, wenn man den Thon im Herbste gräbt, ihn dann in dünne Lagen ausbreitet und während der Wintermonate ihn der freien Witterung aussetzt, wodurch der Thon zerfällt und leichter zu verarbeiten, sowie auch besser zu reinigen ist.

Der Thon findet, wie auch schon erwähnt, hauptsächlich seine Anwendung zu Mauerziegeln, sowie auch zu allen Arten von Dachziegeln. Der zu Dachziegeln verarbeitete Thon muss aber nicht allein fetter und besser sein, als derjenige zu Mauerziegeln, sondern er muss auch sorgfältiger und tüchtiger gereinigt und verarbeitet werden.

Ebenso findet der Thon auch in der Töpferei seine Anwendung. Die hier verarbeiteten Thonarten sind aber reiner und namentlich müssen sie möglichst wenig Eisenoxyd beigemengt erhalten, weil die rothe Farbe des gebrannten Thons namentlich den weissen aufgesetzten Glasuren bedeutend Eintrag thut. Der Töpferthon unterscheidet sich wesentlich von dem gewöhnlichen zu Mauer- oder Dachziegeln verarbeiteten Thon; seine Farbe ist bald weiss bald schwarz, blau, rothbraun oder gelb, so dass in dieser Beziehung keine weitere Abweichung stattfindet. Dagegen zeichnet er sich durch eine vorzügliche Zähigkeit und Schlüpfrigkeit in dem durch Wasser erweichten Zustande aus; er lässt sich ballen, bilden und kneten, trocknet sehr langsam, wobei er stark schwindet, ohne aber dabei die Form bedeutend zu verändern oder sich stark zu verziehen. In einer grösseren Menge Wasser muss der Thonteig durch Röhren sich fein zertheilen, ohne harte Stücke zurück zu lassen, durch Ruhe aber langsam wieder als ein gleichartiger schlüpfriger Brei sich herausfüllen. Der Töpferthon darf mit Säuren gar nicht aufbrausen.

Der gemeine Thon findet als Verbindungsmaterial keine Anwendung; dagegen findet er vielfache Anwendung als Hinterfüllung von Futtermauern oder Bohlwerken und zum Ausfüllen von Fangdämmen; ferner bei Ställen, Kloaken, Mistgruben und Wasserläufen, welche damit ausgeschlagen werden, sowie überhaupt zu solchen Zwecken, wo er dazu dienen soll, das Durchdringen von Wasser oder sonstiger Feuchtigkeit abzuhalten.

§ 6. Der Lehm.

Der Lehm ist ein unreingelbliches, graues oder braunes stark zusammenbackendes Gemenge aus Thon, Sand und Eisenocker bestehend, in welchem Gemenge zuweilen auch Muscheln, Knochen und Bernstein gefunden wird. Mehrfach wechselt er auch mit Sand und Mergel und setzt mehr oder weniger mächtige Lager zusammen. Der Lehm ist für den Baumeister ebenfalls ein sehr wichtiges Material und in mancher Beziehung dem Thon ähnlich. Im erweichten Zustande besitzt er aber eine geringere Zähigkeit und auch ein geringeres Vermögen, das Wasser an sich zu halten, als der Thon. Er zerfällt, wenn er vorher völlig trocken war, leicht im Wasser; er schwindet auch nicht so sehr beim Trocknen als der Thon und bekommt weniger Risse als dieser.

Der Lehm wird häufig schon von der Natur in dem Verhältniss mit Sand und Kalk gemengt gefunden, wie der Thon zu den Ziegeln verlangt wird, wesshalb er auch vielfach zu Mauerziegeln verarbeitet wird. Die daraus gebrannten Mauerziegeln leisten sehr guten Widerstand gegen die Einwirkungen der äusseren Atmosphäre und liefern sie auch trockene Mauern.

In der Landbaukunst verwendet man den Lehm ferner zur Herstellung der Luftziegel und Lehmpatzen. Mit Stroh vermengt wird er zu den ausgestackten Feldern der Wände von Fachwerk bei untergeordneten Gebäuden und in den Feldern zwischen den Balken (als gestackte Decken) gebraucht. Auch beim Pisébau findet der Lehm seine Anwendung.

Ferner findet auch der Lehm sehr zweckmässige Verwendung bei Ställen, Kloaken, Mistgruben und Wasserläufen, welche damit ausgeschlagen werden, um das Durchdringen und Durchsickern der Flüssigkeiten zu verhindern. Für diese Zwecke leistet aber der fette Thon jedenfalls noch bessere Dienste.

Auch zur Herstellung der Fussböden in Scheunen und Dreschtennen findet der Lehm sehr vielfache Verwendung.

Beim Wasserbau wendet man den Lehm vortheilhaft zu Fang- und anderen Dämmen an; sehr vortheilhafte Anwendung findet derselbe zur Herstellung von Flussdeichen.

Als Verbindungsmaterial findet der Lehm ebenfalls Anwendung und namentlich bei Feuerungsanlagen.

§ 7. Der Sand.

Der Sand ist ein sehr wichtiges und für den Baumeister jedenfalls ganz unentbehrliches Material.

Der Sand wird dem Thon oder dem Lehm beigemengt, wenn diese Erdarten zur Ziegelfabrikation zu fett sein sollten, damit sie den erforderlichen Grad von Fettigkeit erhalten, so dass die daraus geformten Steine im Feuer nicht zu sehr schwinden und bersten und man gute und feste Ziegel erhalte.

Für den Baumeister ist seine Anwendung aber noch wichtiger bei der Bereitung des Mörtels, in welchem Kalk und Sand die Hauptbestandtheile sind.

Der Sand ist aus der Zersetzung vielartiger, namentlich quarziger Gesteine hervorgegangen. Seine Hauptbestandtheile sind meist abgerundete Quarzkörner von der Grösse einer Erbse bis zur äussersten Feinheit herab. Die Farbe des Sandes kann verschieden sein, entweder weiss, gelb, roth, auch braun oder schwarz und wechselt manchmal in Flecken und Streifen in seinen Lagen. Der Sand ist entweder ganz lose, oder auch durch ein kalkiges, thoniges oder eisenschüssiges Bindemittel lose zusammen gehalten. Er kommt ganz rein vor, oder auch mit Grus, Rollsteinen oder Mineralien vermengt; nicht selten ist er auch reich an animalischen und vegetabilischen Ueberresten.

Man unterscheidet in Betreff der Grösse der einzelnen Sandkörner mehre Arten des Sandes. Der gröbste Sand heisst „Perlsand“; dieser Sand ist aber wol zu unterscheiden vom Grand oder Kies, welche beide Arten noch bedeutend gröber sind und zur Mörtelbereitung gar nicht angewendet werden können. Ist der Sand feiner und vom Wasser der Flüsse, Bäche, Quellen oder Seen rein ausgewaschen und liegt fest, so heisst er „Quick- oder Quellsand“. Eine noch feinere Sorte Sand, welche vom Wasser in die Höhe gewühlt wird, so dass der Sand mit dem Wasser eine flüssige Masse darstellt, heisst „Triebsand“. Ferner hat man noch „Flugsand“ und „Formsand“, welche beide Arten aber in der Baukunst nicht weiter Anwendung finden. Die Farbe des Sandes ist, wie schon erwähnt, entweder weiss, gelb, roth, braun oder schwarz; doch ist diese in der Regel Nebensache, weil man in den meisten Fällen keine grosse Auswal verschieden gefärbter Sandarten hat. Die dunkelgefärbten Sandarten haben in der Regel etwas Eisenoxyd beigemengt, welches zur Erhärtung des Mörtels jedenfalls beiträgt und sind daher, wenn man die Auswal hat, die dunkel gefärbten den heller gefärbten immer vorzuziehen.

Eine Hauptbedingung muss sein, dass der Sand rein von allen fremdartigen erdigen Beimengungen ist. Seine Körner sollen nicht rund, sondern scharfkantig sein, wenn man es haben kann, weil er im ersteren Falle dem Kalk

nicht so viele Oberfläche darbietet als im letzteren Falle. In den meisten Fällen findet man aber den Sand mit runden oder abgerundeten Körnern, so dass in dieser Beziehung im Allgemeinen wol noch seltener eine Auswal stattfinden kann und daher in Ermangelung des scharfeckigen reinen Berg- oder Grubensandes man sich bei der Zubereitung des Mörtels des reinen Quell- oder Flusssandes bedienen muss.

Was die Qualität desjenigen Sandes betrifft, welcher bei der Anfertigung der Mauerziegel als Zusatz zum Thon angewendet wird, so darf derselbe nicht zu grobkörnig sein, weil dadurch die Ziegel nach dem Brande zu mürbe und zerbrechlich werden.

Ist man genötigt, See- oder Meersand anzuwenden, so muss dieser zuvor durch Auswaschen in Quell- oder süssem Wasser von dem anhängenden Seewasser oder den Salztheilen vollständig befreit werden, weil er sonst als Zusatz zum Mörtel das Binden (Erhärten) desselben verhindert. Auch selbst in dem Falle ist dieser Sand auszuwaschen, wenn man ihn zur Auffüllung in Gebäuden anwenden will, weil die Salztheile sich leicht mit dem Kalk der Mauern verbinden und dann Veranlassung zu feuchten Mauern dadurch gegeben wird.

Aber auch jeder andere Sand, welcher zur innern Auffüllung von Gebäuden gebraucht werden soll, muss möglichst rein von erdigen, vegetabilischen oder animalischen Beimengungen sein, weil diese Beimengungen unter Umständen sehr leicht zur Bildung und Entstehung des Hausschwammes Veranlassung geben können.

Zweites Kapitel.

Die künstlichen Baustoffe.

§ 8. Allgemeines.

Zu den künstlichen Baustoffen werden alle diejenigen Baustoffe gerechnet, welche, ehe sie angewendet werden können, gänzlich umgearbeitet werden und einer bestimmten Zurichtung oder Bearbeitung bedürfen, nach welcher deren Zustand dann ein ganz anderer wird als der rohe Zustand des Materials, woraus sie bereitet wurden. Es gehören daher zu dieser Klasse alle Arten von Mauer- und Dachziegeln, sowie alle Kalk- und Zementarten; ferner Theer, Asphalt und dergleichen Stoffe.

Die künstlichen Baustoffe werden in zwei Hauptklassen getheilt und zwar hat man einmal die künstlichen Bausteine und ferner die Verbindungsmaterialien, denen man sich bedient, um die Mauersteine mit einander zu einer Mauer zu verbinden, und wohin demnach alle Mörtelarten gehören. Aber auch Theer, Asphalt, Mastix und dergleichen rechnet man zu dieser zweiten Klasse.

In den folgenden §§ soll nun das Nötige über die verschiedenen Baustoffe angeführt werden, wobei jedoch eine nähere Beschreibung der Fabrikation der verschiedenen Ziegelarten, sowie auch die Manipulation des Kalk-, Gyps- und Zementbrennens nicht weiter erörtert werden soll, da dieses insofern auch

überflüssig erscheinen möchte, weil in den meisten Fällen der Baumeister das nötige Material zum Bauen entweder aus der Nähe oder doch aus nicht grosser Entfernung beziehen können. Wenn hierdurch auch die Baukosten und namentlich die Transportkosten nicht unerheblich vermehrt werden, so ist doch noch sehr in Frage gestellt, ob der Vortheil, welcher durch eigene Uebernahme der Herstellung der Mauersteine erzielt wird, für die Dauer auch nachhaltig ist. Zur Herstellung von guten Mauerziegeln ist eine ordnungsmässig eingerichtete Ziegelei mit Ziegelofen notwendig erforderlich und können die Kosten dafür nur in solchem Falle mit Vortheil aufgewendet werden, wenn die Bauten so ausgedehnt sind, dass deren Aufführung eine längere Reihe von Jahren bei viel Materialaufwand erfordern. Dagegen bei Bauten für kürzere Zeit würde der Vortheil keineswegs so erheblich sein, sondern es wird nur zu häufig damit noch der grosse Nachtheil verknüpft sein, dass im Fall der eigenen Uebernahme der Herstellung der Mauersteine, auch schlecht geratenes Material, wie man dieses nur zu häufig aus den Feldbränden erhält, zum Bau mit verwendet wird, um Nachtheile für den Bauunternehmer zu verhüten. Solche Nachtheile können aber für den Bauherrn weniger stattfinden, wenn die nötigen Materialien von Lieferanten angebracht werden und man demnach die Auswal hat.

§ 9. Die künstlichen Steine (Mauersteine, Ziegel).

Zunächst sind die Lehm- oder Luftsteine zu nennen. Diese Steine werden aus Lehm angefertigt, in Ziegelformen gestrichen und an der Luft getrocknet, aber nicht gebrannt.

Der Lehm zu den Luftsteinen (Luftziegeln) darf weder zu fett noch zu mager sein, denn im erstern Falle würden die daraus gefertigten Steine beim Trocknen reissen und im anderen Falle würden dieselben dann keine Haltbarkeit haben.

Die Anwendung der Luftsteine ist immer nur sehr untergeordnet; im Fall der Anwendung müssen sie aber vollständig lufttrocken sein, weil sie sonst feuchte und dumpfige Mauern geben. Zu äusseren Mauern sind die Luftsteine keineswegs tauglich, weil sie durch anschlagenden Regen sehr bald ausgewaschen werden. Auch durch Frost nach vorhergegangenem Regen leiden die Mauern aus solchen Steinen in hohem Grade. Bei inneren Mauern, die nicht als Fangmauern, sondern nur als Scheidemauern dienen sollen, lassen sich die Luftsteine unter Umständen wegen ihrer grösseren Billigkeit zweckmässig anwenden, nur muss dabei gleich bemerkt werden, dass auf solchen Lehmsteinmauern kein Kalkputz haftet.

Das Maass der Lehmsteine ist sehr verschieden und richtet sich mehr oder weniger darnach, ob man sie allein oder in Verbindung mit gebrannten Ziegeln verbrauchen will. In diesem letzteren Falle müssen dann die Lehmsteine im völlig lufttrockenem Zustande dieselbe Grösse haben als die gebrannten Ziegel, um mit diesen in Verband vermauert werden zu können. Man hat daher bei Anfertigung der Lehmsteine, falls sie in dieser Weise verwendet werden sollen, gleich Rücksicht auf das beim Trocknen erfolgende Schwinden derselben zu nehmen, welches Schwinden durchschnittlich $^1/_{13}$ des Maasses nach allen Seiten hin beträgt. Werden die Lehmsteine für sich allein angewendet, so hat man auf eine bestimmte Grösse nicht zu sehen, nur ist dann dafür Sorge zu tragen, dass sämmtliche Steine einerlei Grösse erhalten.

Zum Vermauern der Lehmsteine wird nicht zu fetter, aber tüchtig durchgearbeiteter Lehm verwendet und dürfen die Steine beim Vermauern zur Erzielung einer vermeintlich besseren Verbindung nicht angenässt werden, sondern sie müssen in dem trocknen Zustande, wie sie sind, in den weichen Lehm eingedrückt werden, weil der Uebergang des Wassergehaltes des zwischen gebrachten Lehms hinreichend ist, in den Lehmstein einzudringen und die Verbindung der Steine mit der Lehmzwischenlage zu bewirken.

Die Lehmpatzen unterscheiden sich von dem eben erwähnten Lehm- oder Luftsteinen dadurch, dass sie nicht aus Lehm allein, sondern aus Lehm mit gehacktem Stroh, Spreu, Flachsschüben oder getrockneten Gräsern durchgeknetet, bestehen. Dieser Zusatz trägt aber keineswegs zur grösseren Haltbarkeit bei, sondern er dient nur dazu, ein schnelleres Austrocknen herbei zu führen. Der so erlangte Vortheil eines schnelleren Austrocknens wird aber dadurch wieder sehr geschmälert, dass dieser Zusatz nicht allein den Ziegel nach einiger Zeit leicht brüchig und zerreiblich macht, sondern auch das Einsaugen der Feuchtigkeit und mithin auch das Aufweichen der Ziegel wieder in hohem Grade befördert.

Die Lehmpatzen werden in derselben Weise vermauert, wie die Luftsteine; ihre Anwendung darf aber auch nur im Innern stattfinden und zwar bei solchen Mauern, die weiter keine Last als ihre eigene zu tragen haben und die ferner gegen alle eindringende Feuchtigkeit gesichert und geschützt sind.

Die Lehmpatzen, sowie auch die vorerwähnten Lehmsteine (Luftsteine) erfordern immer eine lange Zeit zum Trocknen, und müssen zu diesem Behufe an trockenen schattigen Orten aufgestellt werden, weil sie sonst an der äusseren Oberfläche zu schnell erhärten, wodurch aber die Feuchtigkeit im Innern der Ziegel mehr eingeschlossen werden würde und dieselben dann beim ferneren Austrocknen Risse bekämen.

Endlich sind hier noch die Lehmschindeln anzuführen. Diese bestehen ebenfalls aus Lehm und Stroh und sind getrocknete tafelförmige Massen, die gewöhnlich 72 Zentimeter lang und breit, und etwa 7 Zentimeter dick sind. Man benutzt die Lehmschindeln zur Dachbedeckung, jedoch nur bei ganz untergeordneten Gebäuden.

Das hier über Luftsteine und Lehmpatzen Angeführte wird völlig genügend sein, um eine Ansicht über die Zweckmässigkeit der Verwendung derselben sich bilden zu können. Man findet zwar in manchen Lehrbüchern der Baukunst diesen Gegenstand als viel wichtiger behandelt und diese Art der Ziegel gleichzeitig empfolen, wobei dann namentlich hervorgehoben wird, dass man durch die Anwendung derselben in den Stand gesetzt werde, ein Gebäude für geringe Kosten aufführen zu können. Wenn nun auch durch die Anwendung solcher Luftsteine sehr erheblich für den ersten Augenblick an Kosten gespart wird, so entsteht doch auch wieder der grosse Nachtheil, dass Gebäude aus solchen Steinen hergestellt, sehr vielen und häufigen, wenn auch nur geringeren Reparaturen ausgesetzt sind; ferner aber werden, wenn man solche mit Lehmsteinen aufgeführte Gebäude zu Wohnungen einrichtet, diese binnen kurzer Zeit zu sehr schmutzig und unfreundlich aussehen, so dass sie selbst dem rohen und ungebildeten Arbeiter als Aufenthalt und Wohnung im höchsten Grade unleid werden. In dieser letzteren Beziehung namentlich darf man aber nicht immer die Oekonomie so sehr im Auge behalten wollen, sondern man muss, wenn auch mit etwas Opfer immer dahin zu trachten suchen, auch dem gewöhnlichen rohen und ungebildeten Arbeiter seine Wohnung

angenehmer zu machen, um dadurch Sinn für Häuslichkeit und Ordnung in ihm zu erwecken, was aber dadurch keineswegs erreicht wird, dass man die Ställe für Vieh besser ausstattet als die Wohnungen für Arbeiter und diesen damit zeigt, dass sie noch unter dem Vieh stehen.

Wir haben nunmehr die gebrannten Ziegelsteine näher zu betrachten. Was ihre Fabrikation und namentlich das Brennen derselben betrifft, so soll dieses, wie auch schon oben ausgedrückt, hier nicht weiter besprochen werden. Die für augenblickliche Zwecke hergestellten Ziegelfabriken liefern in der Regel durchweg schlechtes Material, nämlich die sogenannten Feldbrandsteine, die nur in ganz dicken Mauern zum inneren Ausfüllen verwendbar sind und dann beim Vermauern wegen ihrer grossen Unregelmässigkeit eine sehr bedeutende Menge Kalk erfordern, so dass schon, abgesehen von der mangelhaften Güte der Steine, hierdurch ein wesentlicher Theil des Vortheils verloren geht.

Man hat Mauersteine (Mauerziegel oder Backsteine) und Dachziegel.

Die Mauersteine oder Mauerziegel sind wieder zunächst nach ihrer Form zu unterscheiden und zwar hat man gewöhnliche Mauersteine, die zur Aufführung der Mauern dienen; Pflasterziegel zum Belegen der Fussböden in Küchen und Waschhäusern, zum Auslegen der Backoefen u. s. w.; Gesimsziegel, Brunnen- oder Kesselziegel, Gewölb- oder Keilziegel und Klinker.

Die Dachziegel werden auch wieder nach ihrer verschiedenen Form benannt, worüber im folgenden § das Weitere angeführt wird.

Die Grösse der gewöhnlichen Mauersteine war bisher verschieden und zwar hatte man sogenannte 12zöllige, 11zöllige und 10zöllige Mauersteine, d. h. die Steine hatten eine Länge von resp. 11½ Zoll, 10½ Zoll und 9½ Zoll, welche Grössenmaasse trotz der Einführung des Metermaasses doch noch lange fortbestehen werden. Es wird überhaupt noch längere Zeit währen, ehe die verschiedenen Ziegeleibesitzer sich das als zweckmässig anerkannte und vom preussischen Handelsministerium vorgeschriebene Ziegel-Normal-Format von 25 — 12 — 6,5 Zentimeter zu eigen machen und ihre Ziegelsteine nach diesen Maassen liefern. Sie finden auch darin noch Rückhalt, dass die Bauunternehmer die grösseren und dickeren Steine beim Vermauern, wegen der geringen Menge Kalk, welche dazu erforderlich ist, den Vorzug geben.

Die Form der Steine muss immer so angeordnet sein, dass zwei neben einander gelegte Steine zusammen keine grössere Breite haben, als die ganze Länge des Steins beträgt. Ein richtig geformter Stein muss in der Breite um etwa 5 Millimeter schmäler sein, als die halbe Länge des Steins beträgt, damit später beim Vermauern der Steine sich die gehörigen Stossfugen ergeben und man im Stande ist, einen richtigen Mauerverband erhalten zu können. Was die Dicke des Steins betrifft, so ist diese gewöhnlich gleich dem vierten Theil der ganzen Länge des Steins. Doch wird dieses Maass nicht immer von allen Ziegeleien genau eingehalten, denn einige liefern die Steine um ein Geringes dicker, dagegen andere wieder etwas dünner, welche Verschiedenheiten immer Uebelstände verursachen, sobald man genötigt ist, zu einem und demselben Gebäude von verschiedenen Ziegeleien die Steine zu entnehmen.

Bei jedem Ziegelsteinbrande erhält man drei verschiedene Sorten von Ziegeln; erstens sogenannte hartgebrannte Ziegel oder solche, die zum Theil etwas verglast sind, welches daher rührt, dass sie der unmittelbaren Einwirkung des Feuers zu sehr ausgesetzt gewesen sind; zweitens diejenigen Ziegel, welche gehörig gahr gebrannt sind, und endlich solche, die nicht genügend gahr gebrannt sind oder die sogenannten Bleichsteine.

Die zum Theil verglasten oder hartgebrannten Steine werden nicht selten an Stelle von Klinkern angewendet und setzt man dann die verglaste Seite nach Aussen. Eine solche Anwendung sollte aber nie stattfinden, wo wirklich Klinker angewendet werden müssen, als z. B. beim Wasser- oder Strassen- und Kanalbau, denn die hartgebrannten Steine sind immer nur zum Theil verglast, wo dagegen der übrige Theil des Steines nur seine richtige Gahre hat. Durch dieses ungleiche Brennen hat sich der verglaste Theil mehr zusammen gezogen als der übrige Theil des Steins und man findet häufig Sprünge in dem Stein. Da nun überhaupt bei solchen Steinen die Verglasung erst noch im Anfange ist, so entsteht dadurch, dass der Stein leicht bröcklich wird. Solche Steine können aber niemals in dem Grade widerstehen, als die Klinker, bei denen eine durchgängige Verglasung stattfindet und die beim Anfang der Verglasung entstehenden Risse und Springe durch die fortgesetzte Hitze wieder zusammenschmelzen. Zu Mauern über der Erde und auch zu den gewöhnlichen Fundamentmauern lassen sich übrigens diese theilweise verglasten Steine, wenn sonst ihre Qualität gut ist, immer ohne Nachtheil anwenden.

Die vollständig gar gebrannten Steine können zu jeder Art Mauerwerk über der Erde verwendet werden, vorausgesetzt, dass die Qualität derselben gut und fest ist. Beim Wasserbau aber muss man mit der Auswal der zu verwendenden Mauersteine sehr vorsichtig sein, denn Mauersteine, die beim Landbau sehr gut verwendbar sind, sind noch immer nicht gleich gut auch beim Wasserbau zu verwenden.

Die dritte Sorte Mauersteine, welche man aus einem Brande erhält, sind die unvollkommen gahr gebrannten Steine oder die sogenannten Bleichsteine. Diese Steine dürfen niemals zur Ausführung äusserer Mauern verwendet werden, sondern es können dieselben ihre Anwendung nur bei Aufführung innerer Mauern finden und zwar so, dass sie durch Feuchtigkeit oder Nässe nicht leiden können, weil sie sonst feuchte Mauern geben und dann der Kalkputz nicht daran haftet. Im Trocknen haftet der Kalkputz im Ganzen sehr gut an diesen Steinen; im Aeusseren verwittern aber diese Bleichsteine, wenn sie auch mit Putz überzogen sind, dennoch und fallen alsdann Theile des Steins mit dem Putz aus der Mauerfläche.

Was die Qualität der gahr gebrannten Steine betrifft, so lässt sich diese nicht immer nach der Farbe bestimmen, wenngleich die dunkler gefärbten Steine im Allgemeinen vorgezogen werden. Ein guter Mauerstein muss immer ein scharfkantiges Ansehen und im Bruche ein feines, dichtes und gleichförmiges Gefüge haben. Der Stein muss möglichst fest sein und beim Abschlagen mit dem Hammer nicht zerbröckeln oder zu Pulver zerfallen, sondern scharfkantig brechen und sich beschlagen lassen. Derselbe darf ferner keine groben Steintheilchen haben, am wenigsten aber Kalktheile enthalten, weil diese, sobald der Stein Feuchtigkeit einsaugt, sich löschen und den Stein zersprengen. Der helle Klang beim Anschlagen mit dem Hammer an die Ziegel ist jedenfalls auch ein Zeichen ihrer Güte, wenn auch eben kein untrügliches; es geht aber daraus hervor, dass der Stein eine gewisse Festigkeit besitzt. Sind die Steine mürbe oder ist der verarbeitete Thon zu mager gewesen, so wird durch das Anschlagen mit dem Hammer nie ein heller Klang, sondern nur immer ein dumpfer oder stumpfer klappernder Klang entstehen. Ein guter ins Wasser gelegter Stein saugt etwa $^1/_{16}$ seines Gewichts an Wasser ein, er darf aber, wenn er 24 Stunden darin gelegen hat, sich nicht abblättern,

abbröckeln oder zerspringen. Er darf ferner nicht durch Frost oder durch Einwirkungen der Atmosphäre leiden; auch darf in dem Stein nicht Schwefelkies enthalten sein, weil dieser durch Einwirkung der Luft und Feuchtigkeit leicht verwittert und Veranlassung zu salzigen Ausschlägen gibt.

Bei einiger Erfahrung lässt sich übrigens die Güte der Ziegel schon durch das äussere Ansehen bestimmen; die schlechteren Ziegelsorten verlieren schon beim Transport ihr Ansehen, sie scheuern sich überhaupt stark ab und ihre Kanten und Ecken bröckeln ab; sie verlieren dadurch vollständig ihr scharfkantiges Ansehen. Ein guter und fester Ziegelstein verliert dagegen beim Transport nicht seine Kanten und Ecken und entsteht dabei auch nicht das feine staubartige Ziegelmehl, wenigstens lange nicht in dem Grade, wie dieses bei den minder guten Sorten von Backsteinen der Fall ist. Auch dürfen bei den Steinen im Innern nicht die rothe und gelbe Farbe in Streifen abwechseln, weil derartige Steine immer leichter auswittern und überhaupt auch weniger fest sind.

Endlich müssen die Mauersteine auch einerlei Grösse haben, um damit beim Vermauern derselben einen richtigen Verband einhalten zu können. Wird dieses nicht gehörig beachtet, so muss man, um einen richtigen Verband zu erhalten, in den einzelnen Schichten entweder stärkere Stossfugen geben, oder man muss die einzelnen längeren Steine abschlagen, was aber immer einen grösseren Aufwand an Kalk und Arbeitslohn zugleich zur Folge hat.

Es ist schon oben erwähnt, dass sowol der Thon als auch der Lehm zur Ziegelfabrikation verwendet werden. Aus beiden Materialien erhält man bei richtiger Bearbeitung sehr gute Ziegelsteine. Jedoch ist zu bemerken, dass die aus Thon hergestellten Ziegel fester und dichter sind, als diejenigen aus Lehm hergestellten und eignen sich daher erstere auch weit besser zu Wasserbauten als letztere. Es ist hier natürlich nur von guten Steinen die Rede und nicht von schlechten, welche unter beiden Arten sich finden. Die Ziegel aus gehörig gereinigtem Lehm, wenn sie sonst gut bearbeitet sind, sind ausgezeichnet zu allen Landbauten zu verwenden und geben auch immer sehr trockene Mauern.

Ein immer mangelhaftes, wenn auch sonst sehr trockenes Mauerwerk geben die aus den gewöhnlichen Feldbränden gewonnenen Ziegel, wie auch schon oben angedeutet wurde; es kommt hierbei nicht selten vor, dass drei oder auch noch mehrere Ziegel zu einem Klumpen verglast oder zusammengeschmolzen sind, die aber dann in gewöhnlichen schwächeren Mauern gar nicht verwendet, sondern nur als Bruch angesehen werden können. Auch wegen der bedeutenden Unregelmässigkeit, welche diese Steine im Allgemeinen haben, indem sie meistens muldig oder windschief sind, lässt sich kein regelmässiger Verband erzielen und müssen die entstehenden Lücken dann mit Kalk ausgefüllt werden. Zur Ausführung sehr dicker Mauern sind diese aus Feldbränden gewonnenen Ziegel wol zu verwenden, namentlich, wenn man zu der äusseren Verblendung bessere Steine vermauert. Ueberhaupt aber erfordern die Feldbrandziegel immer eine bedeutend grössere Menge Kalk zum Vermauern und Verputzen, als die mit mehr Sorgfalt bearbeiteten und in gewölbten Oefen gebrannten Ziegel.

Die Pflasterziegel oder Mauersteinfliesen müssen mit grosser Sorgfalt bearbeitet und dazu jedenfalls ein guter und tüchtig verarbeiteter Thon verwendet werden. Dieselben müssen eine genügende Härte erhalten, damit sie nicht zu

schnell abnutzen, sowie auch, dass man beim Uebergehen nichts von dem Ziegelmehl an den Sohlen behält. Da nun diese Steine nicht bis zum Verglasen gebrannt werden dürfen, weil sie sich dann ziehen würden und nicht zu benutzen wären, so muss schon der Thon, welcher zu diesen Steinen verwendet wird, von solcher Beschaffenheit sein, dass er nach dem Brande, ohne verglast zu sein, dennoch genügend fest und dicht ist.

Die Anfertigung der Gesimsziegel gehört schon der Töpferei an, und soll hier nur bemerkt werden, dass die Fabrikation dieser Ziegel eine ganz besondere Aufmerksamkeit erfordert, sowol in der Verarbeitung des anzuwendenden Thones als auch in der Anordnung der Gesimsziegel selbst, indem notwendig auf eine richtige Vertheilung der Thonmasse Rücksicht genommen werden muss. Was ihre Form betrifft, so ist diese keineswegs allgemein, sondern sie wird meistens in jedem einzelnen Falle besonders bestimmt. Von dieser Form hängt dann auch wieder diejenige Anordnung ab, wodurch dem Ziegel eine konstruktive Festigkeit ertheilt wird. Die Festigkeit ist um so nötiger, da die Gesimsziegel überhaupt und insbesondere bei grösserer Ausdehnung und Ausladung nicht aus einer vollen Masse bestehen können, sondern kastenförmig mit etwa 24 Millimeter starken Wandungen, die durch innere Rippen oder Ansätze verstärkt sind, hergestellt werden. Wollte man die grösseren Gesimsziegel immer aus voller Masse herstellen, so würden dadurch sehr bedeutende Schwierigkeiten entstehen und überhaupt würde man dann bei der Grösse der Steine das Reissen und das Verwerfen derselben, sowol vor dem Brande als auch während desselben nicht verhindern können. Der Thon, welcher zu diesen Gesimsziegeln angewendet wird, muss nicht allein ein besonders guter Thon sein, sondern er muss auch tüchtig verarbeitet und namentlich ganz sorgfältig von allen fremdartigen Bestandtheilen, als Steinen, Kalknieren, Knoten von Schwefelkies u. dergl. gereinigt werden.

Eine sehr gute zu Gesimsziegeln verwendbare Masse wird aus einem, Kieselerde und Eisenoxyd enthaltenden Thon hergestellt, welchen man mit gemahlenen Chamottscherben und einer talkerdehaltigen Thonerde versetzt. Die hieraus gewonnene Masse wird sehr sorgfältig verarbeitet und müssen die verschiedenartigen Bestandtheile auf's Innigste durcheinander vermengt werden. Die Beimengung von Talkerde bringt eine grössere Strengflüssigkeit hervor, wesshalb unter diesem Zusatze die Steine einer grösseren Brennhitze ausgesetzt werden können, ohne zu verglasen.

Die Brunnen- oder Kesselziegel sind nach konzentrischen Kreisen so gebildet, dass wenn mehrere solcher Ziegelsteine wagerecht neben und an einander gelegt werden, sie einen Kreis bilden, der dem zugehörigen Radius entspricht.

Da diese Ziegel nur zum Aufsetzen der Brunnen oder zum Einmauern von runden Kesseln benutzt werden, so ist es notwendig, damit sie genügende Haltbarkeit gewähren, dass sie von durchaus gutem Material und sorgfältig gebrannt, hergestellt werden.

Im Allgemeinen wird diese Ziegelsteinart wenig angewendet, weil auf den Ziegeleien von diesen Steinen selten vorrätig ist, und sind solche Steine vorrätig, so sind sie selten wieder passend, weil in diesem Falle dann nur höchstens zwei verschiedene Sorten zur Auswal vorliegen. Will man daher von diesen Brunnen- oder Kesselziegeln Anwendung machen, so ist man gewöhnlich gezwungen, die verlangte Sorte nach Maass besonders zu bestellen. Dieser Umstand veranlasst aber, dass man in den meisten Fällen sich der

gewöhnlichen Mauersteine bedient und diese, wenn es erforderlich ist, etwas keilförmig zuschlägt.

Die Gewölb- oder Keilziegel findet man höchst selten oder fast gar nicht auf den Ziegeleien vorrätig und müssen daher diese immer erst vorher bestellt werden, wobei dann dem Ziegelformer das Maass des Bogens und die Grösse der Ziegel, welche sie nach dem Brande haben sollen, genau aufgegeben werden muss, damit er in Rücksicht auf das Schwinden des Thones seine Form genau einrichten kann.

Eine solche genaue Angabe muss auch ebenfalls bei den Brunnen- und Kesselziegeln stattfinden.

Die Klinker sind eine Art Mauersteine, die ausserordentlich fest gebrannt sind und bei denen sich immer durchgehends bis zu einem gewissen Grade eine Verglasung oder Zusammensinterung der Ziegelmasse zeigt. Die Klinker sind selten regelmässig geformt, sie haben sich meistentheils etwas muldenförmig oder windschief gezogen, welches von der zunehmenden starken Brennhitze herrührt, der sie beim Brennen ausgesetzt sind. Die Klinker lassen sich schlecht mit dem Hammer zurichten, und hat man immer grosse Schwierigkeiten, Quartierstücke davon zu erhalten.

Die Klinker finden ihre Hauptanwendung bei Wasser- und Kanalbau, sowie auch zum Pflastern von Fusswegen und Fahrwegen für leichteres Fuhrwerk. Auch zum Auspflastern von Pferde- und Viehställen sind sie ausgezeichnet anwendbar. Sie ziehen durchaus keine Feuchtigkeit an, verbinden sich aber ausgezeichnet mit dem Mörtel, welche Eigenschaften namentlich dieselben so tüchtig zu solchen Arbeiten machen, wo die Einwirkungen von Feuchtigkeiten oder Wasser abgehalten werden sollen Ferner aber leiden sie weder durch Frost noch durch Sonnenhitze. Diese Klinker sind aber wol von denjenigen hartgebrannten oder theilweise verglasten Mauersteinen zu unterscheiden, die, wie auch schon oben näher angeführt wurde, man bei jedem gewöhnlichen Ziegelbrande erhält, und die, wenngleich auch sehr hart, doch spröde und leicht bröcklich sind und unter allen Umständen immer eine weit geringere Festigkeit haben als die Klinker.

Eine andere Art von Ziegeln, die sehr zweckmässig anzuwenden sind, wo es auch eine grösstmögliche Leichtigkeit der Ziegel, jedoch gleichzeitig auch auf eine gewisse Festigkeit derselben ankommt, als namentlich beim Gewölbebau, erhält man, wenn man den zu verwendenden Thon mit Sägespähnen, Torfgrus oder Kohlenkleie innig vermengt, und die daraus geformten Ziegel, nachdem sie vollständig an der Luft getrocknet sind, der geeigneten Hitze des Gahrbrennens aussetzt, wobei dann die beigemengten Spähne und Grustheile vollständig verkohlen und eine vielfach durchlöcherte, bimssteinähnliche Ziegelmasse erhalten wird, die wegen ihrer Porösität erheblich leichter ist als die der gewöhnlichen Ziegelsteine. Ist die zu diesen Ziegeln verwendete Thonmasse gut und haben die Ziegel im Brennofen einen genügenden Hitzegrad erhalten, so bekommt man, trotz der Porösität doch sehr feste Ziegel. Eine schlechte Thonmasse darf man zu diesen Ziegeln überhaupt nicht verwenden.

Schliesslich ist hier noch eine Art von Ziegeln anzuführen, nämlich die sogenannten Chamottsteine.

Die Chamottsteine sind feuerfeste Steine, die bei allen grösseren Feuerungen angewendet werden, und zwar werden hier diejenigen Flächen der Mauern

damit bekleidet, welche der direkten und fortwährenden Einwirkung des Feuers ausgesetzt sind.

Die Chamottsteine werden aus einer Masse gearbeitet, welche aus Kapseln, in denen namentlich Porzellan gebrannt worden ist, gewonnen wird. Diese Kapseln werden gehörig zerstossen und dann zu feinem Pulver zermahlen. Dieses Pulver wird mit einer talkerdehaltigen Thonmasse versetzt, soweit es nötig ist, um die Steine daraus formen zu können. Nachdem die daraus geformten Steine dann an der Luft gehörig getrocknet sind, werden sie gebrannt.

Die Chamottsteine lassen sich übrigens auch sehr gut zu äusserem der Witterung ausgesetztem Mauerwerk verwenden. Ebenso kann man auch diese Chamottsteine beim Rohbau mit rothen Ziegeln abwechselnd vermauern, wodurch, da die Farbe der Chamottmasse nach dem Brennen immer hell oder gelblichweiss ist, mit dem übrigen rothen Ziegelsteinmauerwerk eine erwünschte Abwechselung der Farben erhalten werden kann.

§ 10. Die Dachziegel.

Die Dachziegel sind aus Thon geformte und gebrannte Steine, die zum Eindecken der Dächer verwendet werden. Diese Steine erhalten, um die Last der Bedeckung nicht unnötig zu vergrössern, nur eine verhältnissmässig geringe Dicke. Bei dieser geringen Dicke dürfen sie aber nicht porös sein und überhaupt auch nicht das darauffallende Regen- oder Schneewasser durchdringen lassen, weil sonst der beabsichtigte Zweck, nämlich Herstellung eines vollständigen Schutzes gegen die äussere Atmosphäre zum Theil verfelt werden würde. Diese Hauptbedingung setzt schon voraus, dass die Fabrikation der Dachziegel mit weit grösserer Sorgfalt betrieben werden muss, als dieses bei den gewöhnlichen Mauersteinen erforderlich ist. Es ist nicht allein notwendig, dass der Thon tüchtiger durchgearbeitet und von allen fremdartigen Beimengungen sorgfältiger gereinigt werde, sondern es muss auch das Brennen der Dachziegel mit grösserer Vorsicht ausgeführt werden.

Der Thon, welcher zu den Dachziegeln verarbeitet wird, darf nicht zu mager sein, weil die daraus geformten Ziegel sonst nach dem Brennen zu sehr das Wasser einsaugen, anstatt dasselbe abzuführen; so sind z. B. die Fälle nicht vereinzelt, dass ganze Dächer wegen dieser Eigenschaft haben wieder mit anderen Ziegeln eingedeckt werden müssen. Ist der Thon magerer, so ist die Arbeit für den Ziegelformer jedenfalls etwas leichter und überhaupt ist es insofern dann auch für den Fabrikanten vortheilhafter, weil weniger Ausschuss aus einem Brande erhalten wird; für den Abnehmer aber ist die Verarbeitung eines zu mageren Thons zu den Dachziegeln vom grössten Nachtheil, denn wenn auch die Dachziegel das darauffallende Regenwasser nicht tropfenweis durchdringen lassen, so findet doch bei feuchtem Wetter ein fortwährendes Durchschwitzen auf der inneren Seite statt, wodurch dann die Dachlatten feucht werden und leicht verstocken.

Die Dachziegel müssen möglichst gleichmässig geformt und im Bruch durchaus dicht sein. Sie müssen eine glattgestrichene Oberfläche haben; die muldigen und windschief gezogenen Dachziegel sind zu verwerfen, weil sie leicht zu Unregelmässigkeiten in der Dachdeckung Veranlassung geben und in Folge dessen dann keine dichte Dachdeckungen erhalten werden.

Die Dachziegel müssen durchaus gahrgebrannt sein und zwar so, dass sich bei ihnen schon der Anfang zu einer Verglasung im geringen Grade zeigt. Dieses muss aber durchgehends der Fall sein und nicht in der Weise, wie oben bei den hartgebrannten Steinen erwähnt wurde. Bei Dachziegeln, die aus zu magerem Thon gearbeitet oder die nicht durchgebrannt sind, zeigt sich bei der weiteren Verwendung gewöhnlich nach dem Froste und bei wieder eintretendem Thauwetter, dass sie abschiefern (abblättern) und dann leicht das darauffallende Regenwasser durchdringt. Solche mangelhafte Dachziegel geben aber ferner auch Veranlassung zur Entstehung der Moose und Flechtengewächse, welche die mit derartigen Ziegeln eingedeckten Dächer mit einer grünen Decke überziehen und die Oberfläche der Ziegel in grösserem oder geringerem Umfange zerstören, welches aber dann das Durchsickern des Wassers ebenfalls unmittelbar zur Folge hat.

Einigermaassen lässt sich die Güte der Dachziegel aus dem reinen und hellen Klang beurtheilen, wenn man mit dem Hammer oder mit der Kelle an die Ziegel anschlägt, indem man diese schwebend hält. Dieses Kennzeichen ist aber nicht ganz untrüglich. Ein anderes Kennzeichen ihrer Güte ist, dass, wenn man die Dachziegel längere Zeit ins Wasser taucht, sie dieses nicht schnell aufsaugen und wenn man sie dann wieder herausnimmt und zerschlägt, dass alsdann das Wasser nicht tief in die Ziegelmasse eingedrungen ist. Ergibt sich dieses beim Versuche, so ist es jedenfalls ein Zeichen, dass die Masse gehörig durchgebrannt ist. Ist die Ziegelmasse von mageren Thon hergestellt, so wird, selbst wenn die Dachziegel gehörig durchgebrannt sind, das Wasser doch immer tiefer eindringen, als dieses bei Dachziegeln der Fall ist, die aus fetterem Thone hergestellt sind.

Was die Form der Dachziegel betrifft, so hat man verschiedene Arten derselben, es sollen hier jedoch nur die gebräuchlichsten Arten derselben angeführt werden, und zwar diejenigen, welche unter der Benennung „Biberschwanzziegel, Dachpfannen, Hohlziegel oder Firstpfannen“ bekannt sind.

Die Biberschwanz-Dachziegel (auch Ochsenzungen oder einfach Zungen genannt) sind glatte Ziegel von etwa 37 Zentimeter Länge, 15 Zentimeter Breite und etwa 13 bis 18 Millimeter Dicke. Dieselben sind am unteren Ende meistens etwas abgerundet. Am oberen Ende haben sie an der inneren Seite in der Mitte eine kleine Erhöhung, womit sie auf die Dachlatten aufgehängt werden. Diese Erhöhung nennt man „die Nase“ oder auch in manchen Gegenden „den Kopf“. Ihre Oberfläche ist meistens in der Mitte etwas erhaben und flacht sich nach den Seiten um ein Geringes ab, um den Wasserabfluss zu fördern; an ihrer unteren Fläche sind sie ganz eben.

Die Dachpfannen haben gemeiniglich die Form eines lateinischen liegenden ∾ im Querschnitt und werden dieselben so neben einander gelegt, dass die Krümmung oder die Krämpe der einen Dachpfanne die aufstehende Kante der anderen vollständig bedeckt. Die Grösse der Dachpfannen ist nicht immer gleich, gewöhnlich aber haben sie eine Länge von 36 bis 38 Zentimeter und eine Breite von etwa 26 Zentimeter. Zum Aufhängen auf die Dachlatten sind sie am oberen Ende und zwar an der inneren Seite in der Mitte ebenfalls mit einer etwa 24 Millimeter vorstehenden Nase versehen. Die Dicke dieser Pfannen beträgt zirka 16 Millimeter.

Man findet auch die Querschnittsform der Dachpfannen platt und an einer Seite mit einer hakenförmigen Krümmung (Krämpe), dagegen an der anderen Seite mit einem etwa 18 Millimeter vorstehenden Rand versehen. Die

hakenförmige Krümmung oder Krämpe der einen Dachpfanne greift über den vorstehenden Rand der anliegenden Dachpfanne, wodurch dann die zwischen beiden entstehende Fuge gedeckt wird. Diese Querschnittsform hat man mehrfach angewendet, um den Dachpfannen ein besseres Auflager auf die Latten zu geben.

Zu den Dachpfannen gehören ferner auch die sogenannten doppelten Mantelpfannen, welche dieselbe Länge als die gewöhnlichen Dachpfannen haben, aber etwas breiter als diese sind und an beiden Seiten Krämpen haben. Diese doppelten Mantelpfannen hat man sowol bei den ∽ Ziegeln als auch bei den zuletzt erwähnten platten Dachpfannen.

Die Hohlziegel oder Firstpfannen sind diejenigen Dachziegel, welche zur Bedeckung der Dachfirsten und der Grate der Walmdächer benutzt werden. Diese Hohlziegel bilden nach ihrer Länge einen Theil des Mantels von einem durchgeschnittenen abgekürzten Kegel. Sie haben gewöhnlich die Länge der Dachpfannen und ihre grösste Breite beträgt etwa 23 Zentimeter; ihre Dicke beträgt etwa 16 Millimeter. Am unteren Ende sind sie soviel schmäler, dass sie in den weiteren oberen Theil eines zweiten Ziegels eingeschoben werden können, damit sie sich decken. Diese Hohlziegel finden bei beiden Arten von Dachziegeln ihre Anwendung, wenn man nicht vorzieht, bei den mit Biberschwanzziegeln eingedeckten Dächern die Firsten und Grate der Walmen mit Metall einzudecken.

Einmal um den Dachpfannen ein schöneres Ansehen zu geben, ferner aber auch, um ihre Haltbarkeit zu vergrössern, hat man vielfach die äussere Oberfläche derselben mit einer schwarzblauen, röthlichen oder auch grünen Glasur überzogen.

Es ist nicht in Abrede zu stellen, dass das Ansehen eines Daches gewinnt, wenn dasselbe mit derartigen dunkel glasirten Dachpfannen eingedeckt ist, zumal dann auch der Staub und der Schmutz nicht so darauf haften kann, als dieses bei den rothen Dachpfannen der Fall ist, welche dadurch nach Verlauf einiger Jahre schon immer ein sehr schmutziges Ansehen erhalten. Was dagegen die Erlangung einer grösseren Haltbarkeit der Dachpfannen durch die Glasur betrifft, so findet dieses keineswegs in dem Maasse statt, als das Verhältniss des Kostenpreises für solche glasirte Dachpfannen in Vergleich zu dem für die gewöhnlichen Dachpfannen sich herausstellt, indem die Kosten der glasirten Dachpfannen gewöhnlich das Doppelte als für die gewöhnlichen Dachpfannen betragen.

Bei den glasirten Dachpfannen werden zwei ganz verschiedene Körper innig mit einander verbunden, nämlich die aufgetragene Glasur und der gebrannte Ziegelthon, welche beide Körper aber bei Einwirkung der Sonnenwärme wieder einer durchaus ungleichen Ausdehnung unterworfen sind. Die Glasur dehnt sich unter Einwirkung der darauffallenden Sonnenstrahlen verhältnissmässig sehr bedeutend aus, während dieses bei der darunter befindlichen gebrannten Thonmasse nicht der Fall ist. Durch diese grössere Ausdehnung muss aber notwendig ein Lossreisen der Glasur von der Thonmasse entstehen, oder, wenn dieses nicht sichtbarlich erfolgt, muss doch die Glasur feine Risse bekommen. Dieses Letztere findet namentlich statt und hat bei anhaltend feuchtem Wetter zur Folge, dass sich die Feuchtigkeit auch in diese Ritzen hineinzieht und die darunter befindliche Ziegelmasse anfeuchtet. Tritt hierauf Frostwetter ein, so gefriert diese eingezogene Feuchtigkeit und sprengt die Glasurschicht gewaltsam ab, wodurch aber dann der Dachziegel seine zu-

sammenhängende glatte und dichte Oberfläche verliert und dann desto leichter Veranlassung wird, dass die Feuchtigkeit noch weiter und stärker eindringen kann.

Wenn anfänglich auch durch dieses gewaltsame Absprengen die feinen Ritzen in der äusseren Glasurschicht nur vermehrt werden, so entsteht doch sehr bald daraus, dass die Glasur in grösseren Theilen ganz abspringt und dann von der Thonmasse selbst Theile mit fortreisst. Hat sich aber die Glasur in einzelnen Theilen vollständig abgelöst, so geben solche beschädigte Dachpfannen auch sehr leicht und bald Veranlassung zum Durchlassen der Feuchtigkeit, indem an den beschädigten Stellen die Oberfläche nicht mehr glatt bleibt, sondern rauh und uneben wird und das Wasser leicht aufsaugt. Auch setzt sich dann an diesen Stellen der Staub leichter fest und gibt Veranlassung zur Moosbildung, die aber hier bei der beschädigten Oberfläche noch viel eher nachtheilig wird, als bei den nicht glasirten Dachpfannen. Je nach der Güte solcher glasirter Dachziegel zeigen sich diese erwähnten Uebelstände früher oder später. Man kann sich hiervon auch sehr leicht überzeugen, wenn man solche mit glasirten Dachpfannen eingedeckte Dächer näher untersucht. Am meisten beschädigt findet man aber immer die Dachpfannen der gegen Süden oder Westen gelegenen Dachflächen, weil sie hier stets einem grösseren Temperaturunterschiede ausgesetzt sind. An den gegen Norden und Osten gelegenen Dachflächen findet man dagegen bedeutend weniger Beschädigungen an den Dachpfannen, welches hauptsächlich in der weniger intensiv und direkt wirkenden Sonnenwärme seine Ursache hat. Hat die Glasur sich von den Dachpfannen abgelöst, so führen sie ganz dieselben Nachtheile mit sich als solche Dachpfannen, welche aus zu magerem Thon hergestellt oder auch mangelhaft durchgebrannt sind. Durch das Ablösen der Glasur geht auch das bessere Ansehen der Dachziegel gänzlich verloren.

Um die Oberfläche der gewöhnlichen nicht glasirten Dachpfannen zu dichten, hat man auch einen Anstrich von Kohlentheer oder mit Pech versetzten Holztheer angewendet; allein es ist leicht einzusehen, dass dieses Mittel nur immer von kurzer Dauer ist, und wenn man einen gehörigen Erfolg davon haben will, dieser Anstrich mindestens alle Paar Jahre wieder erneuert werden muss.

Ein anderer Vorschlag besteht darin, dass man die Dachpfanne mit einer dicken Kalkmilch überstreicht und nachdem unter Aufspritzen von Wasser dieser Kalküberzug mit einem gleichmässig weichen Ziegelstein gehörig und vorsichtig einscheuert, ähnlich, wie man es beim Abscheuern von Mauern macht. Allein diese Arbeit ist einmal sehr langwierig und sehr kostbar und würde ferner einen sehr erheblichen Aufwand an Arbeitslohn erforderlich machen, ohne dass dadurch aber ein guter Erfolg gesichert sein würde.

Es ist immer vorzuziehen und findet es auch durch die Erfahrung die vollständigste Bestätigung, dass man die obere Kruste des Dachziegels möglichst unbeschädigt zu erhalten sucht. Durch das Einscheuern mit Kalk wird diese Kruste ebenfalls beschädigt, ohne dass aber der so hergestellte Ueberzug dieselbe wieder ersetzt oder gegen die Einwirkungen der Witterung fester macht.

Man hat stets darauf zu sehen, dass die Dachziegel gehörig durchgebrannt sind; bei den glasirten Dachpfannen findet dieses zwar immer statt, weil diese zweimal gebrannt werden und zwar einmal ohne Glasur und ferner mit der Glasur. Bei den gewöhnlichen Dachpfannen oder Dachziegeln hat man darauf

zu sehen, dass die äussere Oberfläche derselben immer ganz glatt gestrichen ist, weil dann um so weniger Moos sich darauf bilden kann und überhaupt um so schneller das Wasser darüber hinwegfliesst. Ebenso hat man auch darauf zu sehen, dass in der äusseren Oberfläche der Dachziegel nicht aufgeborstene Erhabenheiten sich vorfinden, weil diese immer die Gegenwart fremdartiger Bestandtheile in dem Ziegelthon anzeigen, die dann bei anhaltender Einwirkung von Feuchtigkeit sehr leicht nachtheilig werden können, indem bei eintretenden Frost der Stein leicht zersprengt werden kann, oder doch solche Stellen die darauffallende Feuchtigkeit leicht in das Innere durchdringen lassen.

Drittes Kapitel.

Die Verbindungsmaterialien.

§ 11. Allgemeines.

Die Verbindungsmaterialien haben einmal den Zweck, bei Aufführung einer aus verhältnissmässig kleinen und vielen Steinstücken bestehenden Mauer, diesen Steinstücken ein gehöriges und vollständiges Auflager zu verschaffen; ferner aber ist ihr Hauptzweck, die einzelnen Steinstücken so unter- und mit einander zu verbinden, dass sie nach Erhärtung des zwischen gelegten Verbindungsmaterials ein festes Ganze bilden.

Zu beiden Zwecken dient der Kalk, welcher gebrannt, dann mit Wasser abgelöscht und hierauf mit Sand vermengt, den gewöhnlichen Kalkmörtel oder Luftmörtel gibt. Ausserdem dient der Kalk aber auch zur Bereitung der verschiedenen hydraulischen Mörtel, indem man zu dem Kalk andere Bestandtheile mengt, wenn dieselben nicht schon darin enthalten sind, welche ihm die Eigenschaft geben, unter Wasser zu erhärten. Zu den Verbindungsmaterialien, welche diese beiden angegebenen Zwecke erfüllen, gehören ferner die verschiedenen Zementarten, welche mit Kalkmörtel oder mit Sand vermischt, die Eigenschaft besitzen, an der Luft sowie auch im Wasser zu erhärten.

Soll nur der Zweck erfüllt werden, den auf einander geschichteten Steinen ein solches Lager zu geben, dass sie nicht von einander abrutschen und sollen überhaupt die entstehenden Zwischenräume nur ausgefüllt und gedichtet werden, soweit, um zu verhindern, dass die hinterliegende Erde nicht durch die Fugen dringt, wie z. B. dieses bei niedrigen Feldsteinmauern, bei Grottenmauern und ähnlichen Anordnungen nur notwendig erscheint, so wendet man mit Vortheil das Moos an, welches dann nicht allein als Verbindungsmaterial mehr oder weniger angesehen, sondern auch in dekorativer Hinsicht benutzt werden kann und namentlich dann auch zu dem Zwecke dient, um Samenkörnchen von Schlingpflanzen darein zu legen, welche dann austreiben und der Mauer einen natürlichen Schmuck geben.

Der Lehm gehört ebenfalls zu den Verbindungsmaterialien. Man benutzt denselben nicht allein zum Vermauern der Luftsteine, sondern man findet ihn auch in manchen Fällen zum Aufmauern der inneren Scheidemauern angewendet.

Dieses geschieht aber immer nur, um Kosten zu ersparen, indem der Lehm viel billiger als der Kalkmörtel ist. Der Lehm kann aber nur da angewendet werden, wo er vollständig austrocknen kann; wird er durch äussere Einwirkung feucht, so wird er wieder weich und drückt sich, wenn die darauf drückende Last erheblich ist, zusammen und tritt aus den Fugen heraus; ferner aber haftet der Lehm auch nur sehr mangelhaft an den gebrannten Steinen und verbindet somit die einzelnen Steine keineswegs mit einander.

Mit Vortheil dagegen verwendet man den Lehm bei Herstellung von Feuerungsmauern zur Vermauerung derjenigen Steine an, welche der direkten Einwirkung des Feuers ausgesetzt sind. Ferner findet der Lehm bei Herstellung der gestackten Wände und der sogenannten Windelboden (gestackten Decken) Anwendung. Es ist daher der Lehm nicht allein bei der Ziegelfabrikation ein sehr wichtiges Material, sondern auch als Verbindungsmaterial in mancher Beziehung von Wichtigkeit.

Auch der Thon wird als Verbindungsmaterial angewendet, wenn auch nur in untergeordneten Fällen, als bei Wasserläufen, Düngergruben und solchen Anlagen, wo man ein Durchdringen von Feuchtigkeit verhindern will, indem der fette Thon bekanntlich die Eigenschaft besitzt, im Wasser nicht zu zerfallen und aufgelöst zu werden.

Das wichtigste der Verbindungsmaterialien ist jedoch der Kalk, weil dieser zur Zubereitung fast aller Mörtelarten verwendet wird. Unter der allgemeinen Bezeichnung „Kalk" sind aber mehrere Arten von Kalk zu verstehen, und zwar hat man:

1) den Steinkalk, welcher aus Kalkstein gebrannt wird;
2) den Muschelkalk, welcher aus Seemuscheln gebrannt wird;
3) den Mergelkalk.

Man könnte, streng genommen, auch noch die sogenannten Zementsteine hier anführen, welche zur Fabrikation der verschiedenen Zemente verwendet werden. Diese Zementsteine sind nämlich kieselthonhaltige Kalksteine, die in verschiedenen Grössen vorkommen. Da aber die hieraus bereiteten Zemente als Zusatz zum Kalk genommen werden, um eine schnellere und grössere Bindekraft des Mörtels zu erlangen, so soll darüber weiter unten das Nötige in einem besonderen Abschnitte angeführt werden.

Die beiden unter 1 und 2 angeführten Kalkarten sind jedenfalls von der grössten Wichtigkeit und soll darüber in den nachfolgenden §§ das Nötige erwähnt werden. Weniger wichtig ist dagegen im Allgemeinen der Mergelkalk, und wo man es irgend haben kann, wird der Steinkalk demselben meistens vorgezogen. Hierbei muss jedoch ausdrücklich bemerkt werden, dass es auch einige Mergelkalkarten gibt, die, wenn sie gehörig gebrannt sind, einen ausgezeichneten Wassermörtel liefern.

Zu den Verbindungsmaterialien gehört ferner auch der gebrannte und gemahlene Gips. Man benutzt ihn für sich allein oder auch als Zusatz zum Mörtel (Putzmörtel).

§ 12. Der Steinkalk.

Der Steinkalk wird aus den gebrannten oben näher angeführten Kalksteinarten erhalten. Die rohen Kalksteine werden in Gruben, Meilern, Feldoefen, in liegenden oder stehenden Oefen gebrannt. Das Brennen der Kalksteine in Gruben, Meilern und Feldoefen ist aber immer nur mangelhaft und

erfordert ausserdem auch eine sehr bedeutende Menge Brennmaterial. Weit vortheilhafter ist dagegen das Brennen der Kalksteine in besonders dazu aufgeführten liegenden oder stehenden Oefen, welche Methode des Brennens, wo der Kalkstein in grösserer Menge gebrochen wird, auch allgemein Anwendung findet. Diese hier angegebenen Andeutungen genügen, da es keineswegs die Absicht ist, die verschiedenen Methoden des Kalkbrennens selbst hier spezieller zu beschreiben.

Durch das Brennen wird dem Kalkstein die Kohlensäure und das Wasser entzogen. Ist dem gebrannten Kalk die Kohlensäure nicht in hinreichendem Maasse entzogen, so erhält man einen ungahren Kalk, welcher sich im Wasser nicht löscht. Es kann nun zwar dem Kalkstein durch das Brennen die Kohlensäure nie ganz entzogen werden, denn wollte man durch fortgesetztes Brennen die Kohlensäure vollständig austreiben, so müsste man gleichzeitig auch den Hitzegrad bedeutend steigern. Dieses aber würde wieder zur Folge haben, dass die Beimengungen des Kalksteins, welche gewöhnlich aus Kiesel- und Thonerde bestehen, entweder zusammensintern oder in Schmelzung (Verglasung) übergehen würden. In diesem Falle würde aber der gebrannte Kalk die Eigenschaft erhalten, im Wasser unlöschbar zu sein. Man nennt dieses das Todbrennen des Kalkes. Um daher dieses Todbrennen des Kalkes zu verhindern, darf man die Brennhitze nicht bis zu dem Grade steigern, dass alle Kohlensäure entfernt werde. Es enthält daher der gebrannte Kalk immer noch etwas Kohlensäure, gemeiniglich 6 bis 10 Prozent, ohne aber desshalb ungahr zu sein.

Je reiner übrigens der kohlensaure Kalk von fremden Beimengungen ist, desto stärker kann die Hitze sein, welche er verträgt, ohne dass man das Todbrennen des Kalks zu befürchten hätte. Dieses ist namentlich der Fall mit dem reinen körnigen Kalkstein oder Marmor. Sind die todtgebrannten Kalkstücke von einiger Grösse, so enthalten sie im Innern nicht selten noch kohlensauren Kalk, indem die Kohlensäure durch die äusserlich zusammengesinterte Rinde nicht hat entweichen können. Diese inneren Theile brausen dann noch auf, sobald man sie mit Salzsäure übergiesst.

Der ungahr gebrannte Kalk, welcher noch eine zu bedeutende Menge Kohlensäure enthält, wird, mit Salzsäure übergossen, ebenfalls noch aufbrausen. Durch Anwendung der Salzsäure kann man sich daher von der Gahre des Kalkes leicht überzeugen. Ferner überzeugt man sich auch von der Gahre des Kalks, wenn die grösseren Stücke desselben keinen harten ungebrannten Kern enthalten und beim Löschen mit Wasser diese Stücke sich gänzlich in eine breiartige Masse auflösen, ohne dass Klumpen bleiben, die sich nicht auflösen oder löschen.

Der gebrannte Kalk hat die Eigenschaft, aus der Luft sowol Kohlensäure als auch Wasser anzuziehen, wodurch derselbe dann zerfällt und ein Gemenge von kohlensaurem Kalk und Kalkhydrat bildet, worin das Verhältniss des ersteren um so grösser wird, je länger der Kalk an der Luft liegt. Einen solchen Kalk nennt man abgestorben. Der abgestorbene Kalk hat aber einen grossen Theil seiner Güte verloren. Um daher dieses zu verhüten, muss man den gebrannten Kalk nie an feuchten Orten aufbewahren, sondern ihn in dichte und gut verwahrte Fässer einpacken und an trocknen Orten zur Aufbewahrung aufstellen.

Das bisher Gesagte hat hauptsächlich Bezug auf den sogenannten fetten Kalk, welcher seine Hauptanwendung zum Luftmörtel findet. Was nun den

mageren oder hydraulischen Kalk betrifft, so dienen diejenigen Beimischungen, welche, wie oben angeführt wurde, sehr leicht das Todbrennen des Kalks verursachen, aber auch wieder dazu, den Kalk hydraulisch zu machen, d. h. dem Kalk durch das Brennen eine solche Eigenschaft zu geben, dass er nach dem Löschen ohne andere schnellbindende Beimengungen an feuchten Orten und selbst im Wasser zu einer festen Masse erhärtet. Diese Eigenschaft erhält der Kalk durch eine gewisse Menge fremder Erdarten und ist dazu vorzüglich die Gegenwart einer gewissen Menge von Kiesel- und Thonerde erforderlich. Wie gross aber die Menge dieser Beimischungen sein muss, um den Kalk hydraulisch zu machen, dass er allen Anforderungen genügt, ist noch durchaus nicht genau ermittelt und wird auch sicherlich noch lange Zeit Problem bleiben. Die Gegenwart des Eisenoxyd und Manganoxyd ist, wenn sie auch zuträglich erscheint, aber durchaus nicht absolut notwendig, um dem Kalk noch mehr die Eigenschaften des hydraulischen Kalks zu verschaffen.

Es ist übrigens nicht jeder magere Kalk hydraulisch; denn enthält der Kalkstein, aus welchem der Kalk gebrannt wird, besonders viele Magnesia (Bittererde), so ist der Kalk zwar mager, aber durchaus nicht hydraulisch, da die Magnesia mit Wasser keinen zähen Teig liefert und überhaupt mit dem Kalk keine solche Verbindung eingeht, wie die Kieselerde. Ein solcher Kalk erhitzt sich beim Löschen weniger, gedeiht auch weniger und gibt einen kurzen, weniger bindenden Teig.

Soll der Kalk die Eigenschaften haben, hydraulisch zu sein, d. h. unter Wasser zu erhärten, so muss der Kalkstein, wie auch schon vorher gesagt wurde, verhältnissmässig eine grosse Menge Thon- und Kieselerde enthalten. Derjenige Kalkstein, welcher bis zu 10 Prozent Thon enthält, verhält sich nach dem Brennen immer noch als fetter Kalk.

Die Menge des Thons in den thonhaltigen Kalksteinen ist sehr verschieden und desgleichen ist auch das Verhältniss der Kieselerde und Thonerde in dem beigemengten Thon nicht immer gleich, so dass bei einigen die Kieselerde mehr, bei anderen weniger vorwaltend ist. Diese Verschiedenheit der Menge der Kieselerde hat aber einen wesentlichen Einfluss auf die Stärke der Hitze, welcher der thonhaltige Kalkstein beim Brennen ausgesetzt werden muss, um einen guten hydraulischen Kalk zu liefern. Enthält der Kalkstein viel Thon und wird er sehr stark ausgeglüht, so entsteht eine Verschlackung, wodurch ein grosser Theil des Kalks mit dem Thon auf trocknem Wege chemisch verbunden wird, welches aber zur unmittelbaren Folge hat, dass der Kalk im Wasser unlöschbar ist. Es müssen daher die thonhaltigen Kalksteine schwächer gebrannt werden, als der gemeine dichte Kalkstein, um einen löschbaren guten hydraulischen Kalk zu erhalten. Durch das Ausglühen des Kalksteins wird erreicht, dass die Kieselerde in den natürlichen Thonerdesilikaten aufgeschlossen wird in der Art, dass dann der Kalk fähig wird, auf die Kieselerde zur Bildung eines Kalksilikats auf dem nassen Wege zu wirken.

Hat eine Verschlackung der thonhaltigen Kalksteine durch ein zu starkes Brennen stattgefunden, so dass also der Kalk im Wasser unlöschbar ist, so ist der auf diese Weise todtgebrannte Kalk deswegen noch nicht untauglich, sondern er muss nur in anderer Weise angewendet werden, und zwar benutzt man ihn dann in einem gemahlenen fein pulverisirtem Zustande als Zement zu einem weiteren Kalkzusatz. Hierbei ist zu bemerken, dass viele thonhaltige Kalksteine nach dem Brennen nur als Zement zubereitet werden.

§ 13. Der Muschelkalk.

Der Muschelkalk wird durch das Brennen verschiedener Arten Seemuscheln gewonnen, wovon er speziell seinen Namen hat. Man erhält zwar immer nur einen mageren Kalk, der aber bei richtiger Bearbeitung einen ausserordentlich tüchtigen Mörtel liefert und sowol als Luftmörtel als auch zur Bereitung des hydraulischen Mörtels dient.

Die Muschelschalen müssen scharf gebrannt werden. Das Brennen geschieht in runden Oefen, die sich nach Oben hin stark verengen. In diesen werden abwechselnd eine Lage leichten Torf und eine Lage Muschelschalen über einander ausgebreitet und zwar wird der Torf in der untersten Lage so mit Zügen gepackt, dass beim Anfangen des Brennens ein hinreichender Luftzug zum Fortbrennen des Feuers stattfindet. Die durch das Verbrennen des Torfs entstehende Asche bleibt vollständig im Kalke und wird mit demselben vermengt, wodurch jedenfalls ein verhältnissmässig nicht unbedeutender Gehalt an Kieselerde im Kalke erhalten wird. Die zum Kalkbrennen geeigneten Muscheln werden, wie schon erwähnt, schichtenweise mit Torfzwischenlagen über einander verpackt und zwar so, dass etwa 20—25 Schichten Muscheln, jede von etwa 10—13 Zentimeter hoch, über einander liegen. Ein Nachschütten von Muscheln und Torf findet nicht statt. Es wird nach vollständiger Auspackung des Ofens die Oeffnung desselben bis auf ein kleines Loch dicht gemauert, welches Loch zum Anschüren des Feuers benutzt wird. Der Zusatz von Asche, welcher hierbei in dem Kalke bleibt, macht denselben zwar noch magerer, als er erhalten werden würde, wenn man ihn in geschlossenen Retorten brennte; dagegen macht ihn die in der Asche enthaltene Kieselerde aber wieder fester bindend.

Was nun das Löschen des Muschelkalks betrifft, so soll dieses, weil es von der sonst üblichen Methode des Kalklöschens ganz und gar abweicht, gleich hier näher beschrieben werden.

Das in den meisten Lehrbüchern angegebene Verfahren des Löschens des Muschelkalks besteht darin, dass man den gebrannten Muschelkalk mit Wasser überschüttet und nach dem stattgefundenen Löschen ihn mit einem ferneren Zusatz von Wasser zu einem steifen Kalkbrei anrührt und diesen dann mit der nötigen Menge Sand vermischt. Bei dieser Behandlungsweise erhält man aber niemals einen guten Kalk, im Gegentheil verliert der Kalk mit einem Zusatz von Sand zu Mörtel bereitet, in dem Grade alle Bindekraft, dass er sich nach vollständigem Austrocknen, statt hart zu werden, zwischen den Fingern mit Leichtigkeit vollständig wieder zerreiben lässt. Wenn man daher in den verschiedenen Lehrbüchern der Baukunst angegeben findet, dass der aus gebrannten Muschelschalen erhaltene Kalk von sehr geringer Beschaffenheit sei, so gründet sich dieses Urtheil nur einzig und allein auf eine durchaus unrichtige Behandlungsweise des Löschens des Muschelkalks und der weiteren Bearbeitung desselben.

Der Muschelkalk wird, sowie er in Pulverform aus dem Ofen gewonnen wird, in einem aus Brettern zusammen genagelten, etwa 22 Zentimeter hohen, 87 Zentimeter breiten und 2,32 Meter langen Kasten auf einen niedrigen Haufen ausgeschüttet und mittelst einer Brause nur sehr wenig Wasser darüber gegossen und zwar nicht mehr, als dass er eben zusammenbackt und die Pulverform fast noch beibehält. Hierauf wird er mit der Schaufel tüchtig durchgeschaufelt

und auf einen Haufen aufgehäuft und darauf mit einem hölzernen Stampfer festgestampft, damit er bei der weiteren Bearbeitung nicht zu sehr nach allen Seiten herumfliegt. Der so auf einen niedrigen Haufen von etwa 14 bis 19 Zentimeter Höhe aufgeworfene und festgestampfte Kalk wird nunmehr mit eisernen Schlägeln (Batzen), die etwa 51 Zentimeter lang und etwa 36 Millimeter breit, und etwa 48 Millimeter hoch im Querschnitt, und auf einem glatten hölzernen etwa 1,30 Meter langen Stiel befestigt sind, nach allen Seiten hin aufs tüchtigste durchgeschlagen. Dieses Durchschlagen wird unter mehrfachem Umstechen mit einer eisernen Schaufel, wo dann der Kalk jedesmal wieder auf einen Haufen geworfen und festgestampft wird, jedoch ohne weiteres Zuschütten von Wasser so lange fortgesetzt, bis der Kalk eine förmlich lederartige Konsistenz erhält. Hierdurch erreicht man nicht allein eine innige Vermengung der Kieselerde mit den Kalktheilchen, sondern der geringe Wasserzusatz und die mechanische Bearbeitung befördert das Aufschliessen der Kalktheilchen, und das Eingehen einer chemischen Verbindung der Kieselerde mit dem Kalke, welches durch bloses Aufschütten von Wasser niemals erreicht wird.

Hat der Kalk eine solche lederartige Konsistenz erlangt, so wird derselbe mit einer eisernen Schaufel umgeworfen und etwas Wasser aufgegossen und dann mittelst des hölzernen Stampfers zu einer weicheren Masse durchgestossen. Hierauf wird der Kalk mit der nötigen Quantität Sand versetzt und unter Zuschütten von mehr Wasser und unter tüchtigem Durcharbeiten mit dem Stampfer und der Kalkhacke zu Mörtel verarbeitet.

Der gehörig durchgeschlagene reine Muschelkalk wird auch vielfach zum Ausweissen von Wand- und Deckenflächen benutzt, zu welchem Zwecke derselbe sehr geeignet ist und schöne weisse Flächen gibt. Hierbei ergibt es sich sehr bald, ob der Kalk gehörig bearbeitet ist oder nicht; denn ist der Kalk unter sehr geringem Zusatz von Wasser tüchtig durchgeschlagen, bis er eine lederartige Konsistenz erhalten, so färben die damit geweissten Wände nach dem Trocknen durchaus nicht ab, wo dagegen im entgegengesetzten Falle das Abfärben in einem hohen Grade stattfindet.

Wo der Muschelkalk vielfach in Gebrauch ist, verwendet man ihn meistentheils zum Aussetzen der berohrten Decken und Holzwände, auf welchen er nach völligem Trocknen einen sehr festen Untergrund gibt. Ferner wird derselbe zum Eindecken und Unterstreichen der Ziegeldächer, sowie auch zum Ausfugen und Abputzen der äusseren Mauerflächen benutzt, zu welchen Arbeiten der Muschelkalk ein ganz ausgezeichnetes Material ist. Der Muschelkalk bindet nicht sehr rasch aber ausgezeichnet und widersteht, wenn er hart geworden ist, in einem hohen Grade den Einflüssen der Witterung, welches mit voller Sicherheit daraus abzunehmen ist, dass mit Muschelkalkmörtel abgeputzte und der Wetterseite durchaus exponirte Mauern an Wohnhäusern schon länger als 60 Jahre in ihrem äusseren Abputz durchaus unbeschädigt geblieben sind.

Auch zur Herstellung des hydraulischen Mörtels ist der Muschelkalk dem Steinkalk bei weitem vorzuziehen, und würde der Muschelkalk auch jedenfalls noch eine weit ausgedehntere Anwendung finden, wenn die durchaus notwendige sorgfältige Verarbeitung des Muschelkalkes nicht so bedeutende Mehrkosten an Arbeitslohn verursachte.

Der fertige Muschelkalkmörtel darf nicht zu lange vor seiner Verwendung liegen bleiben, und darf er dann namentlich nicht der Sonne ausgesetzt werden, weil er sonst sehr bald erhärtet und nicht mehr zu benutzen ist. Bei einer

weiteren Besprechung über hydraulischen Mörtel wird des Muschelkalks noch einmal Erwähnung geschehen.

§ 14. Der Mergelkalk.

Der aus Kalkmergelerde oder Kalksteinmergel gebrannte Kalk heisst „Mergelkalk". Der Mergel ist theils schmieriger, theils trockner Erdkalk. Wo der Kalkmergel aus der Erde gegraben wird und im Zustande einer losen Erdart sich befindet, wird er eingesumpft, dann in Formen als Ziegel gestrichen, getrocknet und darauf in einem Ofen gebrannt. Der Mergel darf nur mässig stark und muss jeden Falls schwächer als der gemeine dichte Kalkstein gebrannt werden, denn er wird bei seinem Gehalt an Thon- und Kieselerde sonst leicht todtgebrannt und es entsteht dann eine schäumige aufgeblasene glasige Schlacke. Der Mergelkalk wird gleich nach dem Brennen mit soviel Wasser gelöscht, dass er zu einem trockenen Pulver zerfällt, in welchem Zustande er zum Aufbewahren in Fässern verpackt wird und wodurch dann seine Bindekraft sich noch vermehren soll.

Der gewöhnliche Mergelkalk ist bei Verwendung zum Luftmörtel dem Steinkalk und dem Muschelkalk jedenfalls nachzusetzen, indem er keineswegs die Güte dieser beiden Kalkarten hat und immer nur einen mageren Kalk gibt.

Man findet aber auch manche Mergelarten, welche gebrannt und gelöscht die Eigenschaft haben, ohne künstliche Beimengung von Zuschlägen unter Wasser zu erhärten. In dieser Beziehung verdient daher der Mergel wieder sehr der Beachtung.

Es ist aber, wie schon im Allgemeinen angedeutet, nicht jeder Mergel, der diese Eigenschaften besitzt. Der bedeutende Thongehalt in mancher Mergelart, und wieder die verschiedenen quantitativen Verhältnisse der Kiesel- und Thonerde im Thon geben dem Mergel mehr oder weniger die Eigenschaft, hydraulisch zu werden. Das Verhältniss der Kiesel- und Thonerde in dem beigemengten Thon ist auch nicht immer gleich, indem bei einigen Mergelarten die Kieselerde mehr, bei anderen wieder weniger vorwaltet. Der Thongehalt im Mergel fällt von 40 Prozent und mehr auf 10 Prozent herab, in welchem letzteren Falle der Mergel aber nicht mehr die Eigenschaft besitzt, hydraulisch zu sein. Beim Brennen des Mergels entweicht die Kohlensäure des Kalks und dieser letztere wirkt dann auf den Thon, wie wenn dieser mit Aetzkalk gemengt gebrannt wird. Der mit dem Thon chemisch sich verbindende Kalk wird aufgeschlossen, bildet mit Säuren eine Gallerte und löset sich dabei ein Theil oder auch alle Kieselerde in den Säuren auf. Wird der Mergel sehr stark gebrannt, so wird zwar alle Kohlensäure ausgetrieben, es geht aber dann viel Kalk mit dem Thon in Verbindung und man erhält ein kalkhaltiges Gemenge von Aetzkalk und Thonsilikat, zwischen denen die Verbindung auf nassem Wege nicht mehr stattfinden kann, sondern nur mehr mit einem weiteren Kalkzusatz als Zement zu verwenden ist. Wird der Mergel zu schwach gebrannt, so wird nur ein Theil der Kohlensäure verflüchtigt und nur wenig Kalk mit dem Thon chemisch verbunden. Bei sehr grossem Thongehalt verschlackt, wenn der Mergel stark gebrannt wird, der Thon fast allen Kalk.

Das Verhalten des gebrannten Mergels im Wasser ist sehr verschieden. Beträgt der Thongehalt des Mergels 18 bis 20 Prozent, so löscht er sich, gehörig gebrannt, noch gut mit Wasser, nimmt aber weniger Wasser auf und

gedeiht auch bedeutend geringer als der fette Kalk; er bildet aber schon einen ziemlich brauchbaren hydraulischen Mörtel. Steigt der Thongehalt des Mergels auf 25 bis 30 Prozent, welches in der Regel den besten Mergelkalk liefert, so erwärmt er sich, er mag schwach oder stark, nur nicht bis zum Zusammensintern gebrannt sein, nur wenig mehr mit Wasser und zerfällt auch nicht in genügendem Maasse, wesshalb derselbe nach dem Brennen in Stampfen oder zwischen Mühlsteinen pulverisirt werden muss, wenn man ihn zum Mörtel gebrauchen will. Dieser Mergel liefert ohne weiteren Zuschlag von Zement einen sehr guten hydraulischen Mörtel, der in kurzer Zeit unter Wasser erhärtet. Steigt der Thongehalt noch höher und bis auf 40 Prozent und noch darüber, so wirkt solcher Mergel, in starker und anhaltender Hitze, aber nicht bis zum Schmelzen gebrannt, als Zement und muss derselbe als Zement dann mit Kalk versetzt werden, um einen hydraulischen Mörtel zu bilden. Die meisten Zementsteine, woraus Zemente als Zusatz zum Mörtel bereitet werden, sind starkthonhaltiger Mergel. Der todtgebrannte Mergel von geringerem Thongehalte kann auch immer noch als Zementzusatz, im gemahlenen und pulverisirten Zustande, zu anderem Kalk benutzt werden und erhält man dadurch einen ziemlich schnell bindenden Mörtel, der sich an der Luft sehr gut erhält und erhärtet.

Der gebrannte Mergel darf nicht zu lange der unmittelbaren Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt werden, damit sich durch Anziehen von Wasser aus der Luft, kein Kalkhydrokarbonat bildet, wodurch die Fähigkeit, unter Wasser zu binden und zu erhärten, zum Theil verloren geht.

§ 15. Das Löschen des Steinkalks.

Das Löschen des Steinkalks geschieht auf zwei verschiedene Arten; entweder man feuchtet den Kalk mit Wasser an, lässt ihn sich löschen unter Zuleitung von mehr Wasser und arbeitet dann den sich aufgeschlossenen Kalk mit einem weiteren Zusatz von Wasser zu einem dicken Kalkbrei durch; oder man taucht den Kalk blos kurze Zeit ins Wasser und lässt ihn dann trocken zu Mehlkalk zerfallen. Diese zweite Art des Löschens geschieht aber auch noch in anderer Weise, wie weiter unten angeführt wird.

Die erstere Art des Löschens des Kalks oder das gewöhnliche Löschen geschieht in folgender Weise:

In einem viereckigen aus Brettern dicht zusammengesetzten Kasten (Löschtrog) von etwa 43 Zentimeter Höhe, an dessen schmaler Seite eine mit einem senkrechten Schieber dicht verschliessbare Oeffnung von etwa 29 Zentimeter Weite sich befindet, wird eine Lage gebrannter Steinkalk ausgebreitet und darauf soviel Wasser geschüttet, dass die Kalkstücke eben mit Wasser bedeckt sind. Nach kurzer Dauer, wenn die einzelnen Steine anfangen knisternd zu zerbersten, aufzuschwellen und zu zerfallen, stösst man dieselben mit der Kalkhacke (Löschkrücke) durch, sodass aller Kalk mit Wasser bedeckt bleibt. Steigert sich dann die Hitze und vermindert sich das Wasser im Löschtroge, indem dasselbe vom Kalk aufgesogen und überhaupt der Kalk an einigen oder mehreren Stellen trocken wird, so muss etwas Wasser nachgeschüttet werden; gleichzeitig aber muss man auch die aufquillenden trockenen Stellen des sich löschenden Kalks bis auf den Boden des Kastens mit der Kalkhacke durchrühren, damit das Wasser wieder zudringen kann und keine zu grosse Erhitzung entsteht, wodurch der Kalk verbrennen oder das genügende Aufschliessen des

Kalks verhindert wird. Das Nachschütten von geringen Mengen Wassers und das gleichzeitige Durchziehen der aufquillenden und trocken werdenden Stellen mit der Kalkhacke muss so lange fortgesetzt werden, als der Kalk noch Hitze entwickelt, welches daran erkennbar ist, dass an solchen Stellen, wo noch unvollständig gelöschte Kalkstücke vorhanden sind, ein Aufsprudeln des Wassers ähnlich wie beim Kochen stattfindet. Hat man während des Löschens den Kalk immer in dieser Weise vom Boden des Löschtrogs aufgerührt, dass keine trockene und stark erhitzte Stellen in der Masse sich bilden konnten, so kann man, wenn sonst Feuchtigkeit genug noch vorhanden ist, ohne ferneres Umrühren den Kalk noch kurze Zeit sich vollständig auslöschen lassen. Ist der Kalk dann vollständig gelöscht, so wird noch mehr Wasser zugeschüttet und der Kalk tüchtig zerrührt, bis er sich zu einem gleichförmigen Brei aufgelöst hat, worauf man dann durch Aufziehen des Schiebers in der vorderen Seitenwand des Löschtrogs den Kalkbrei in die Kalkgrube ablaufen lässt. Nachdem man dann den Löschtrog mit einigen Eimern Wasser ausgespült und den beim Löschen des Kalks sich ergebenden Grus ausgewaschen und beseitigt hat, wird der Schieber wieder geschlossen und der Löschtrog wieder aufs Neue mit Kalk zum Löschen gefüllt.

Diese Arbeit des Löschens wird nicht immer mit der gehörigen Aufmerksamkeit ausgeführt und findet man sehr häufig die unerfahrensten Arbeiter damit beauftragt, die nicht selten der bestimmten Ansicht sind, dass, wenn der Kalk aufquillt, nur Wasser aufgeschüttet zu werden braucht und es der Güte des Kalks Eintrag bringen würde, wenn man denselben durchrührt. Hierbei kommt es dann auch nicht selten vor, dass der Kalk beim Löschen verbrennt und somit sowol an Quantität als auch an Qualität des gelöschten Kalks sich ein Verlust ergibt.

Die zum Löschen des Kalks erforderliche Menge Wasser ist keineswegs bei allen Kalkarten gleich; es gibt einige Kalkarten, die zum Löschen nur wenig Wasser erfordern, andere dagegen wieder, die eine bedeutend grössere Menge Wasser beim Löschen verdichten. Diejenigen Kalkarten nun, die eine grössere Menge Wasser zum Löschen nötig haben, geben auch ein grösseres Volumen gelöschten Kalks als diejenigen, welche nur wenig Wasser zum Löschen erfordern. Die ersteren Kalkarten nennt man „fette“, dagegen die zweiten „magere“ Kalke.

Nimmt man zum Löschen des fetten Kalks zu wenig Wasser, so schliesst sich die Kalkmasse nicht gehörig auf und es entsteht, wie schon oben angeführt wurde, ein Verbrennen des Kalks. Dieses Verbrennen besteht darin, dass die Theilchen des Kalkhydrats vermöge der grösseren Erhitzung sandartig zusammenbacken. Diese zusammengebackten Theilchen des Kalkhydrats verbinden sich aber nicht mehr mit dem Wasser, d. h. sie schliessen sich nicht weiter auf, daher solcher Kalk sich auch sandartig anfühlt und sich wie magerer Kalk verhält. Hat man unter Anwendung von zu wenigem Wasser den Kalk sich löschen lassen und schüttet dann zum Durchrühren desselben noch Wasser auf, so dringt das Wasser beim Durchziehen mit der Kalkhacke mit einem puffartigen Geräusch in die Kalkmasse ein und ein weisser pulverartiger Dampf steigt auf; ist dieses der Fall, so kann man mit Sicherheit auf eine geringere Ausbeute an gelöschten Kalk rechnen. Weit weniger nachtheilig ist die Anwendung einer etwas zu grossen Menge Wasser beim Löschen des fetten Kalks; denn wenn hierdurch auch der Kalkbrei zu dünn wird, so schliessen sich die Kalktheilchen doch auch vollständig auf und es entsteht

dann nur der Nachtheil, dass der eingesumpfte Kalk um soviel länger stehen muss, bis das überschüssige Wasser vollständig abgezogen oder verdunstet ist.

Zum Löschen des Kalks benutzt man am vortheilhaftesten das Regen- oder Flusswasser; aber weit häufiger und in Ermangelung desselben verwendet man das Brunnenwasser, welches eben keine weiteren nachweisbaren Nachtheile hat, wenn dasselbe keine merkbare Menge von salzsauren oder salpetersauren Salzen enthält, weil diese Salze sehr leicht den sogenannten Mauerfrass herbeiführen können. Dieses Umstandes wegen ist auch das Meerwasser zum Löschen des Kalks und zur Bereitung des Mörtels durchaus untauglich.

Der gelöschte Kalk wird in der Kalkgrube, welche entweder ausgemauert oder einfach in die Erde eingegraben sein kann, aufgesammelt. Der Kalkbrei setzt sich in derselben dichter zusammen, während das überschüssige Löschwasser in die Höhe tritt und über dem eingesumpften Kalk stehen bleibt, wo es allmälig verdunstet. Ist das Wasser auf der Oberfläche verdunstet, so muss man den Kalk mit einer dicken Lage Sand bedecken, damit die Luft nicht darauf einwirken kann und der Kalk die Kohlensäure aus der Luft wieder aufnimmt. Der gelöschte Kalk gewinnt unbedingt sehr an Güte, wenn man ihn bedeckt noch längere Zeit liegen lässt: er wird fetter und speckiger, indem die noch nicht völlig aufgeschlossenen Theile, die sich noch immer in grosser Menge in dem frischgelöschten Kalk befinden, durch die fortwährende und fortgesetzte Einwirkung des Wassers sich auch allmälig zertheilen.

Die mageren und hydraulischen Kalkarten verdichten im Allgemeinen eine weit geringere Menge Wasser als die fetten oder nicht hydraulischen Kalkarten. Dieses rührt von der grösseren Menge von Nebenstoffen, als Bittererde oder Thon- und Kieselerde her, welche den mageren oder hydraulischen Kalkarten beigemengt sind. Es ist daher auch das Löschen dieser genannten Kalkarten von dem oben angeführten Löschverfahren sehr verschieden.

Der magere Kalk löscht sich langsamer und ohne starke Erhitzung; man sucht daher das vollständige Löschen durch Zusammenhalten der entwickelten Wärme und der entstehenden Dämpfe zu bewirken. Dieses kann in zweierlei Weise geschehen; — man füllt entweder einen bedeckten Kasten mit Kalk und giesst das zum Löschen erforderliche Wasser in kleineren Mengen durch eine Oeffnung im Deckel auf den Kalk und sucht durch das Zusammenhalten der sich entwickelnden Dämpfe ein weiteres Aufschliessen des Kalks zu befördern; oder man schüttet den Kalk in pyramidale Haufen auf, bedeckt ihn mit soviel Sand, als für den Mörtel, der daraus bereitet werden soll, etwa erforderlich ist und giesst dann mittelst einer mit einer Brause versehenen Giesskanne das erforderliche Löschwasser über diesen Sand, wobei man darauf zu achten hat, dass die in der Sanddecke sich zeigenden Ritzen und Spalten möglichst zugestrichen werden, bis dass der Kalk vollständig gelöscht ist. Man lässt auch die Sanddecke weg und giesst dann in der obenerwähnten Weise nur gerade soviel Wasser auf, als in den Kalk einzieht. Nach einiger Zeit werden dann unter Dampfentwickelung die Kalksteinstücke rissig und zerfallen endlich in ein feines Pulver; dieses wird dann vor der Verwendung durch weiteren Wasseraufguss zu Kalkmilch eingerührt und mit der nötigen Quantität Sand vermengt. Der unter einer Sanddecke gelöschte Kalk wird ebenfalls unter weiteres Zuschütten der nötigen Menge Wasser tüchtig durchgearbeitet.

Die mageren Kalkarten, welche im gelöschten Zustande immer etwas körnig sind, müssen nach dem Löschen schnell verbraucht werden. Durch das längere Verbleiben in der Kalkgrube, wenn man sie unter weiteren Zusatz von Wasser zu Kalkmilch eingerührt hat, verlieren sie an Geschmeidigkeit, indem ein weiteres Aufschliessen noch ungelöschter Kalktheilchen keineswegs mehr stattfindet; es findet aber wol ein Erhärten der Kalkmasse statt, weil dieses in der Eigenschaft des hydraulischen Kalks liegt und die Erhärtung desselben im Wesentlichen durch die auf nassem Wege eingeleitete chemische Verbindung der Kieselerde mit der Kalkerde bewirkt wird. Man darf daher bei Anwendung des hydraulischen Kalks, denselben nicht lange im gelöschten Zustande in der Grube liegen lassen.

Bei fetten Kalkarten ist diese Methode des Löschens durchaus untauglich und unvortheilhaft, denn der daraus gewonnene Kalk ergibt nicht nur einen bedeutenden Verlust an Qualität, sondern auch an Quantität. Bei den mageren Kalkarten dagegen ist diese Löschmethode durchaus notwendig, indem man sonst den Kalk ersäufen und dem Löschen desselben dadurch hindernd entgegentreten würde.

Durch das Löschen des Kalks tritt aber gleichzeitig auch eine bedeutende Volumenveränderung desselben ein, welche um so grösser ist, je weniger Nebenstoffe der Kalk enthält, also je reiner der Kalk ist.

Nach Triest betrug die Volumenvergrösserung bei Rüdersdorfer Kalk das 3½fache, indem aus einem Kubikfuss rohen Kalksteins, nachdem derselbe gebrannt, 3½ Kubikfuss gelöschten Kalks gewonnen wurde. *Manger* fand bei Versuchen mit carrarischem Marmor, nachdem derselbe gebrannt und zu einem derben Brei gelöscht war, eine 2⅔fache Volumenvergösserung des ungebrannten Steins.

§ 16. Die Zubereitung des Mörtels.

Man hat zunächst zwei Hauptarten von Mörtel zu unterscheiden, nämlich den Luftmörtel und den Wasser- oder hydraulischen Mörtel. Diese beiden Mörtel unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Eigenschaften sehr wesentlich von einander. Der gewöhnliche Mörtel oder Luftmörtel erhärtet nur an der Luft, im Wasser dagegen zerfällt er ganz und selbst, wenn er an der Luft bereits erhärtet ist, löst er sich im Wasser doch allmälig wieder auf. Der Wassermörtel oder der hydraulische Mörtel dagegen hat die Eigenschaft, dass er unter Wasser vollständig erhärtet und eine solche Erhärtung an der Luft ohne Einwirkung von Wasser oder bedeutender Feuchtigkeit nur unvollständig vor sich geht.

Es soll nun zunächst über die Zubereitung des Luftmörtels das Nötige angeführt werden.

Der Luftmörtel besteht aus fettem Kalkbrei mit einem starken Zusatze von Sand oder anderen harten steinartigen fein zerkleinerten Körpern, welche Theile gleichförmig mit einander vermengt werden.

Dieses Gemenge ist das eigentliche Verbindungsmittel der Steine beim Bauen; dasselbe erhärtet nicht nur allmälig an der Luft, sondern es haftet auch fest an der Steinfläche, mit welcher es in Berührung ist und bildet somit einen Verbindungskitt zwischen den Steinen, der mit der Zeit selbst die Härte eines Steines erlangt.

Wenngleich die Hauptbestandtheile des gewöhnlichen Luftmörtels nur gelöschter Kalk und Sand sind und das Durcharbeiten dieser Materialien im

Ganzen unbedeutend erscheinen möchte, so ist dennoch dieser Gegenstand von der grössten Wichtigkeit, indem von der Güte des Mörtels die Tüchtigkeit des damit aufgeführten Bauwerks im hohen Grade abhängig ist. Aber trotzdem der Mörtel zu den wichtigsten Baumaterialien gehört, wird die Zubereitung desselben doch leider zu häufig ganz unerfahrenen oder gewissenlosen Arbeitern überlassen, ähnlich wie dieses beim Kalklöschen der Fall ist.

Was die Menge des Sandes betrifft, welche dem Kalk zugesetzt werden muss, um einen tüchtigen Mörtel zu bilden, so ist diese durchaus nicht in allen Fällen gleich, sondern sie ist abhängig von der Fettigkeit des Kalkes. Es darf dem gelöschten Kalk nicht mehr Sand zugesetzt werden, als er zu binden vermögend ist, d. h. es müssen nach der gehörigen Vermengung des Sandes mit dem Kalk die Sandkörner noch ebenso nahe an einander liegen, als vor der Vermengung, wobei aber dann jedes einzelne Sandkorn mit einer dünnen Kalkhaut eingehüllt sein muss. Eine zu grosse Menge Sand als Zusatz zum Kalk macht den Mörtel mürbe, so dass er sich nach dem Erhärten noch zwischen den Fingern leicht zerreiben lässt. Aber auch eine zu geringe Menge des Sandes als Zusatz zum Kalk schadet der Tüchtigkeit des Mörtels, weil der Kalkzusatz in dickeren Lagen durch die Verdunstung des Wassers und durch das hieraus entstehende Schwinden reisst und ebenfalls dann mürbe wird, da er nicht, wie der Gips sein Wasser als Krystallisationswasser bindet, sondern dasselbe durch Verdunstung oder Absonderung verlieren muss, und ferner, weil die Dichtigkeit des erhärtenden Kalkhydrats das Eindringen der Kohlensäure in dickere Lagen oder grössere Massen verhindert.

Man rechnet gewöhnlich auf einen Kubikfuss fetten Kalk drei Kubikfuss Sand und bei magerem Kalk nimmt man 1 bis 2 Kubikfuss. Diese allgemeine Annahme ist aber keineswegs für alle Fälle maassgebend, indem der Kalk nicht immer gleiche Güte hat, sondern es muss bei jedem Falle die Grösse des Sandzusatzes besonders ermittelt werden, ohne aber dabei mit grosser Aengstlichkeit zu verfahren, als namentlich die Materialien mit besonderen Gemässen jedesmal genau abmessen zu wollen. Es muss hier der Augenschein mehr entscheiden und bei einiger Aufmerksamkeit lernt man auch bald, die nötige Zusatzmenge von Sand zu bestimmen.

Bei der Zubereitung des Mörtel ist eine innige Vermengung des Sandzusatzes mit dem Kalkbrei durchaus erforderlich, weil hiervon die Güte des Mörtels abhängig ist. Zu dem Ende ist es zweckmässig, wenn der Kalk im Kalkkasten ausgebreitet ist, dass von dem Sandzusatze zunächst ein Theil darüber geschüttet werde und hiernach die Masse mit einem hölzernen Stampfer durchgestossen werde, um den Kalk geschmeidiger und weicher zu machen. Diese Arbeit ist mehrfach unter weiterem Zuschütten von Sand zu wiederholen, und hiernach wird dann das Gemenge unter weiterem Zuschütten des noch erforderlichen Sandes mit der Kalkhacke so lange durchgearbeitet, bis dasselbe vollständig gleichförmig erscheint. Bei diesem Durcharbeiten muss aber das Zuschütten von Wasser, wodurch die Arbeit zwar sehr erleichtert wird, möglichst verhindert werden, weil ein grösserer Wasserzusatz das Austrocknen des Mörtels nur verzögert.

In dieser Hinsicht wird aber von den Arbeitern nur zu häufig gefehlt, indem sie, wie schon angeführt, durch Zuschütten einer grösseren Wassermenge die Arbeit sich bedeutend erleichtern, wenn auch auf Kosten der Güte des Mörtels. Der Mörtel darf beim Durchschneiden mit der Kalkhacke keine talkigen Streifen oder gar noch zusammengeballte Sandklümpchen enthalten,

sondern er muss so lange durchgearbeitet werden, bis er durchaus einerlei Farbe und Dichtigkeit hat. Einem aufmerksamen und treuen Arbeiter wird es leicht, sehr bald die Kennzeichen eines guten Mörtels zu erfahren und so auch sehr bald die Menge des erforderlichen Sandzusatzes bestimmen zu können. Ueberhaupt sollte man zur Mörtelbereitung immer nur sichere Arbeiter verwenden und diese durch einen höheren Tagelohn dann zu fesseln suchen.

Eine ganz gleichförmige Beimengung des Sandzusatzes, welche nur durch ein tüchtiges Durcharbeiten erreicht werden kann, hat den grossen Vortheil, dass das Kalkhydrat, welches die Zwischenräume der Sandkörner einnimmt, überall nur in dünnen Lagen sich verbreitet, indem es an den Oberflächen der Sandkörner haftet, so dass in allen diesen Theilen die Mörtelerhärtung allmälig und ohne wechselseitige Störung des Zusammenhangs vor sich gehen kann.

Bei dieser Gelegenheit muss noch auf eine sehr fehlerhafte Methode der Mörtelbereitung aufmerksam gemacht werden, welche an einzelnen Orten befolgt wird. Diese Methode besteht nämlich darin, dass in der Kalkbank (Kalktrog) dem Kalk der einmal bestimmte Sand zugesetzt, und beide Theile mit der Schaufel nur höchst mangelhaft durchgearbeitet werden; in diesem Zustande wird die Mischung dem Maurer zugetragen und muss dieser alsdann in seinem neben sich gestellten Kalkkasten, dieselbe unter Zuschütten von Wasser soweit zubereiten, dass er dieselbe zum Mauern verwenden kann. Dass aber hier nur eine höchst mangelhafte und durchaus nicht gleichförmige Vermengung beider Theile stattfinden kann, liegt klar auf der Hand.

Was nun die Erhärtung des Mörtels betrifft, so hat diese einmal ihren Grund in der allmäligen Austrocknung des Kalkbreies, wodurch trockenes Kalkhydrat entsteht, welches unter Mitwirkung eines Drucks, wie solcher bei Mauerwerk immer mehr oder weniger stattfindet, eine bedeutende Festigkeit erlangt, und welches Austrocknen durch den Sandzusatz nur noch befördert wird. Ferner hat sie ihren Grund in der Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft, wodurch der Kalk allmälig wieder in kohlensauren Kalk übergeht und sich dadurch unter den gehörigen Umständen rücksichtlich der Festigkeit dem natürlichen Kalkstein nähert. Diese Bildung des kohlensauren Kalks erfolgt grösstentheils durch die Vermittlung des im Mörtel enthaltenen Wassers, welches mit Aetzkalk als Kalkwasser gesättigt, die Kohlensäure aufnimmt, den kohlensauren Kalk krystallinisch absetzt. In diesem Zustande legt sich derselbe an den Sand des Mörtels und an die Oberfläche der Mauersteine fest an und das Ganze bildet eine steinharte Masse.

Diese Erhärtung erfolgt aber sehr langsam und zwar zunächst nur auf der äusseren Fläche, sowie in den Seitenflächen kleiner Spalten und Risse, die mit der Luft in Berührung stehen. Die inneren noch feuchten Theile schieben allmälig ihre Feuchtigkeit an die äusseren mehr trockenen Theile vor, während auf demselben Wege und vermittelst dieser Feuchtigkeit die Kohlensäure von Aussen nach Innen allmälig sich verbreitet und so auch die inneren Theile allmälig erhärten. Es geht hieraus also hervor, dass zur Austrocknung, sowie zur Erhärtung des Kalkhydrats der Zutritt der Luft zum Mörtel eine Bedingung ist, die nicht fehlen darf. Eine vollständige Erhärtung des Mörtels in dickeren Mauern währt sehr lange, und da nur dieses langsame Austrocknen und Erhärten des Mörtels den höchsten Grad der Härte desselben zu bewirken im Stande ist, so erklärt sich hieraus auch von selbst, dass in neuerem

Mauerwerk niemals ein so steinharter Mörtel gefunden werden kann, als in älteren Bauwerken.

Beim Abbruch der Thurmmauern der Petrikirche in Berlin fand man im Innern derselben noch weichen Mörtel vor und waren diese Mauern vor etwa 80 Jahren aufgeführt.

Die Erhärtung und Austrocknung des Mörtels wird jedenfalls durch einen zu grossen Kalkzusatz erschwert, indem hierbei, wie auch schon oben angedeutet, die äussere erhärtende Schicht eine Dichtigkeit annimmt, welche den Austritt des überschüssigen Wassers aus dem Inneren und eine vollkommene Erhärtung gar nicht gestattet. Dieses findet in noch höherem Grade statt, wenn der Mörtel der Einwirkung der Luft entzogen wird, als namentlich bei Fundamentmauern, die mit Erde beworfen werden, wodurch dem Mauerwerk dann noch mehr Feuchtigkeit zugeführt wird.

Die Erhärtung des Mörtels erfolgt unter dem Zutritt der Luft nur allmälig und darf man daher nicht solche Zusätze anwenden, die ein schnelleres Austrocknen des Mörtels durch Absorbirung des Wassers in demselben bewirken sollen. Man erzielt hierdurch für den Augenblick wol ein schnelleres Erhärten oder eigentlich Austrocknen des Mörtels, derselbe erhält jedoch niemals die Festigkeit des allmälig unter dem Einflusse von Wasser und Kohlensäure in längerer Zeit erhärtenden Mörtels. Es sind daher auch bei Aufführung von Mauern aus Backsteinen, um eine gehörige, wenn auch etwas verzögerte Erhärtung und Austrocknung des Mörtels zu erzielen, die zu vermauernden Steine vorher gehörig mit Wasser zu benetzen und anzufeuchten, damit die an sich grösseren Steine nicht die Feuchtigkeit aus dem Mörtel zu sehr absorbiren und dadurch der Anschluss des Kalkhydrats an die Backsteine gehindert oder mehr oder weniger aufgehoben werde. Dieses Befeuchten der Steine wird aber nur gar zu häufig aus grosser Bequemlichkeit oder auch aus Nachlässigkeit von den Arbeitern versäumt.

Was nun die Qualität des Sandes betrifft, welcher als Zusatz zum Kalk verwendet werden soll, so ist diese keineswegs gleichgiltig. Um einen guten Mörtel zu erhalten, muss der beigemengte Sand durchaus rein von allen erdigen und fremdartigen Bestandtheilen sein; ferner soll derselbe scharf sein und je schärfer derselbe ist, das heisst, je eckiger und kantiger die einzelnen Körner sind, desto besser ist der Sand, weil dann bei gleichem Rauminhalte die Berührungsflächen der Körner mit dem Kalkbrei grösser sind und daher letzterer in gleichem Raume auch eine grössere Anzahl von Flächen vertheilt und bei gleicher Menge in dünneren Schichten ausgebreitet wird.

Man zieht daher den reinen Grubensand dem Flusssande vor, weil bei letzterem die Körner mehr abgerundet sind und sich der Kugelform mehr nähern und daher auch kleinere Oberflächen und wiederum grössere Zwischenräume darbieten. In den wenigsten Fällen steht aber der Grubensand zu Gebote und muss man sich dann des Flusssandes zur Bereitung des Mörtels bedienen, wobei übrigens kein so grosser Nachtheil entsteht, indem man mit dem Flusssand ebenfalls einen sehr tüchtigen Mörtel herstellen kann. Staubiger, mit Thon oder anderen erdigen Substanzen vermischter Sand ist, wie auch schon erwähnt, immer zu vermeiden. Der Grund hierfür ist, dass die erdigen Beimischungen einmal nicht eine solche beträchtliche Festigkeit besitzen, als die Kalkmasse nach ihrer Erhärtung anzunehmen fähig ist, und ferner, dass diese staubigen Erdtheile der Kalkmasse keine Oberfläche bieten, sowie auch, dass sie die Kalkmasse nicht poröser und lockerer machen, um die Einsaugung

der Kohlensäure und die Verdünstung des Wassers zu befördern. Man kann zwar durch Auswaschen und Durchsieben den Sand von den anhaftenden Erdtheilchen befreien, allein diese Arbeit ist meistentheils zu weitläufig und zeitraubend; auch würde sie immer einen erheblichen Aufwand an Arbeitslohn erfordern, wesshalb dieselbe desshalb, wenn auch zum Nachtheil des aufzuführenden Bauwerks, doch nur in höchst seltenen Fällen stattfindet. Ist aber die Ausführung des Baues einem Unternehmer in Akkord übergeben, so wird diese Auswaschung und Reinigung solchen Sandes gewöhnlich nicht weiter berücksichtigt, sondern der Sand verwendet, wie er vorgefunden wird.

Hat man nur Meersand zur Verfügung, so muss derselbe notwendig, ehe er zum Mörtel als Zusatz verwendet wird, mit süssem Wasser ausgewaschen und das darin enthaltene Kochsalz, sowie die sonstigen darin enthaltenen Salzarten vollständig weggeschafft werden, weil diese Salztheile unmittelbar Veranlassung zu Mauerfrass geben und ferner auch das Erhärten des Mörtels ganz und gar verhindern würden.

Auch die Grösse des Korns des als Zusatz zum Mörtel bestimmten Sandes ist von Wichtigkeit. Weder durchaus feiner Sand, noch durchaus grober Sand leistet ganz dasjenige, was man von einem tüchtigen Mörtel verlangt. Am wenigsten erreicht man dieses aber bei Anwendung eines zu groben Sandes, weil dieser zu viele leere Zwischenräume bildet und dem Kalkhydrat verhältnissmässig zu wenig Oberfläche darbietet. Der feine Sand gibt im Mörtel dem Kalkhydrat zwar die grösste Menge Berührungsflächen, allein er macht den Mörtel zu gleichförmig dicht und verzögert dadurch den Erhärtungsprozess. Der mittelgrobe Sand eignet sich daher besser als Zusatz zum Mörtel; da aber dieser Sand zwischen den Körnern auch noch zu grosse Zwischenräume lässt, die blos mit Kalk ausgefüllt, eine zu grosse Menge Kalkhydrat enthalten würden, so ist es am zweckmässigsten, wenn man den gröbern Sand mit soviel feinerem Sand vermengt, dass dieser noch die zwischen dem gröberen Sande bleibenden grösseren Zwischenräume ausfüllt, welches Verhältniss sich sehr leicht finden lässt, wenn man mit dem groben Sande zuerst ein Maass füllt und dann unter fortwährendem Schütteln noch soviel feineren Sand zuschüttet, bis sich der Umfang zu vermehren anfängt.

Als Mörtelsand lässt sich übrigens auch jedes feste, mechanisch zerkleinerte Gestein, wenn es rein und nicht mit Thon, Dammerde oder sonstigen humusartigen oder vegetabilischen Bestandtheilen vermengt ist, benutzen. Auch fein zerstossene Dachziegel oder gut gebrannte Mauerziegel, sowie fein zerstossene Trümmer gut gebrannter Töpferwaaren lassen sich als Zusatz zum Mörtel zweckmässig anwenden.

In ganz neuerer Zeit findet man an irgend einer Stelle den Vorschlag, wo man den nötigen Sand als Zusatz zum Mörtel nicht erhalten könne, könne man statt des Sandes Sägespähne zum Kalk zusetzen. Bei diesem Vorschlage ist die Ursache, worauf die Erhärtung und das Festwerden des Mörtels einzig und allein beruht, gänzlich ausser Acht gesetzt. Das Holz zieht die Feuchtigkeit aus dem Kalke so lange an, bis es vollständig gesättigt ist. Da aber eine Verdunstung des Wassers nicht stattfinden kann, weil der Kalk an seiner Oberfläche sich verdichtet ohne aber zu erhärten, so tritt sehr bald eine Fäulniss des Holzes ein, bei welcher sich wieder Wasser bildet und somit den Kalk fortwährend feucht erhält. Ein Eindringen der Kohlensäure kann hier nicht stattfinden und soweit dieses der Fall ist, befördert es nur die Fäulniss des beigemengten Holzes, so dass schliesslich nur das Kalkhydrat

übrig bleibt, welches aber aus oben angeführten Gründen für sich allein nicht erhärten kann. Es ist daher dieser Vorschlag nur als Unsinn zu bezeichnen und ist es zu bedauern, dass solches in viel gelesenen Bauzeitungen aufgenommen und dadurch für die Weiterverbreitung gesorgt wird.

§ 17. Der hydraulische Mörtel.

Der hydraulische oder Wassermörtel unterscheidet sich von dem im vorigen § erwähnten Luftmörtel sehr wesentlich und zwar hauptsächlich darin, dass der Wassermörtel unter dem Wasser erhärtet und die Art der Verbindung seiner Gemengtheile zu einem festen Körper, welche in Berührung mit Wasser stattfindet, in der Luft ohne Beihilfe von Wasser oder Feuchtigkeit nicht genügend vor sich gehen kann.

Während die Erhärtung des Luftmörtels nur durch den allmäligen Uebergang des Kalkhydrats in das Kalkkarbonat unter angemessener Austrocknung erfolgt, wird die Erhärtung des Wassermörtels im wesentlichen durch die auf nassem Wege eingeleitete chemische Verbindung der Kieselerde mit der Kalkerde oder durch die Bildung eines Kalksilikats (kieselsauren Kalks) bewirkt, welches im Wasser unauflöslich, in Verbindung mit Krystallisationswasser sich ausscheidet und mit den übrigen festen Theilen des Mörtelzuschlags eine allmälig erhärtende Masse bildet.

Der hydraulische Kalk wird, wie schon weiter oben erwähnt wurde, durch Brennen solcher Kalksteine dargestellt, welche Bestandtheile enthalten, die sich in Salzsäure auflösen und solche, die sich nicht in Salzsäure auflösen. Die nicht in Salzsäure sich auflösenden Bestandtheile sind vornehmlich der Thon, welcher durch seine Verbindung mit Kieselerde den Kalk hydraulisch macht, indem durch das Ausglühen dieser hydraulischen Kalksteine die mit der Thonerde verbundene Kieselsäure aufgeschlossen wird in der Art, dass der Kalk auf die Kieselerde zur Bildung eines Kalksilikats auf dem nassen Wege zu wirken fähig wird. Durch das Ausglühen erlangen diese Silikate, die vorher von den Säuren nicht angegriffen wurden, mehr oder weniger die Eigenschaft, von diesen Säuren zersetzt zu werden, mit ihnen eine Gallerte zu bilden und daher auch mit dem Kalke auf nassem Wege ein Silikat herzustellen.

In Ermangelung eines natürlichen hydraulischen Kalks kann man auch mit fettem Kalk einen hydraulischen Mörtel bereiten, wenn man statt des Sandzusatzes wie beim Luftmörtel, dem Kalk gewisse kieselsaure Verbindungen zusetzt. Solche Zusätze nennt man Zemente. Diese Zemente kommen zum Theil schon in der Natur vor, und sind solche natürlich vorkommende Zemente die Puzzolanerde und der Trass. Beide Stoffe sind vulkanischen Ursprungs und durch das Feuer schon zu Silikaten vorbereitet, die durch nochmaliges Ausglühen keines weiteren Aufschliessens bedürfen, sondern auf nassem Wege einen Zusatz von Kalk erhalten, um ein durch Wasser unlösliches Kalkerde-Silikat zu bilden.

Die Puzzolanerde bestand nach *Berthier* aus

1) Kieselerde . . .	44,5	Transport	74,4
2) Thonerde . . .	15,0	6) Natron	4,1
3) Kalk	8,8	7) Eisen- und Titanoxyd	12,0
4) Magnesia . . .	4,7	8) Wasser	9,2
5) Kali.	1,4	Verlust	0,3
Latus:	74,4 Theile	zusammen	100 Theile.

Der Trass besteht aus[1])

1) Kalk	2,60
2) Kieselerde . .	57,00
3) Thonerde . .	16,00
4) Magnesia . .	1,00
5) Kali	7,00
6) Natron . . .	1,00
7) Eisenoxyd . .	5,00
8) Wasser . . .	9,60
Verlust	0,80
zusammen	100 Theile

oder nach *Elsner* aus

1) Kalk	5,41
2) Kieselerde . .	48,94
3) Thonerde . .	18,95
4) Magnesia . .	2,41
5) Kali	0,37
6) Natron . . .	3,56
7) Eisenoxyd . .	12,34
8) Wasser . . .	7,65
Verlust	0,37
zusammen	100 Theile.

Man bereitet aber auch die Zemente künstlich, indem man die dazu besonders sich eignenden Materialien der Feuerhitze aussetzt, d. h. sie gehörig stark brennt und sie darauf zu feinem Pulver zermahlt und in diesem Zustande dem fetten Kalk als Zuschlag zusetzt. Das hierzu geeignete und am meisten verbreitete Material ist der Thon. Die verschiedenen Thonarten sind, wie auch schon oben angeführt wurde, Verbindungen von Kieselerde und Thonerde in verschiedenen Verhältnissen; einige Thonarten enthalten auch Kalk.

Durch das Brennen wird hauptsächlich ein Aufschliessen der in dem Thon enthaltenen Kieselerde bezweckt. Der hierzu taugliche Thon ist aber um so besser, je feuerfester und je mehr frei er von Eisenoxyd ist, weil in diesem Falle er bedeutend mehr Kieselerde enthält. Uebrigens trägt ein geringer Gehalt von Eisenoxyd beim Brennen zum Aufschliessen der Kieselerde bei. Enthält der Thon kohlensauren Kalk, so wird beim starken Brennen alle Kohlensäure ausgetrieben und der Kalk verbindet sich mit dem Thon, sodass wenig oder gar kein freier Kalk übrig bleibt und das gewonnene Produkt dann aus einem Thonkalksilikat besteht; das Vorhandensein des Kalks trägt auch hier wieder zur Aufschliessung der Kieselsäure bei.

Diese Stoffe, welchen der Kalk fehlt, sind zementirende Stoffe, welche auf nassem Wege einen Zusatz von Kalk erhalten und dieser dann mit jenen einen gemeinsamen Körper bildet.

Als zementirende Stoffe kann man ferner benutzen, Trümmer von Töpferwaaren, Porzellankapseln, Dachziegel und tüchtig gebrannte Backsteine, welche Körper jedoch fein pulverisirt sein müssen.

Nach *Sganzin* kann man an Stelle der Puzzolane auch gepulverten Basalt setzen, wenn man ihn zuvor einem gewissen durch die Erfahrung bestimmten Hitzegrad unterworfen hat. In diesem Zustande soll er mit dem Kalk einen Mörtel geben, der im Wasser schnell erhärtet.

Nach der Analyse des gebrannten und gepulverten Basalts hat sich ergeben:

1) Thonerde . . .	16,75
2) Kieselerde . .	44,50
3) Kalk	9,50
4) Eisenoxyd . .	20,00
5) Manganoxyd .	2,37
6) Kali	2,37
7) Wasser . . .	2,00
Verlust	2,51
zusammen	100 Theile.

Vergleicht man diese Analyse mit jener der Puzzolane, so findet man, dass diese beiden Materialien beinahe von einerlei Art sind und somit auch der so bereitete Basalt dieselben Eigenschaften haben muss, als die Puzzolane,

[1]) Elemente der technischen Chemie von *E. L. Schubarth*.

nämlich mit einem Zusatz von Kalk unter Wasser zu erhärten. Durch Versuche, die bei Cherbourg angestellt wurden, hat man dieses auch bestätigt gefunden.

Dergleichen künstlich zu brennende Stoffe, die als zementirender Zusatz zum Kalk anwendbar sind und mit diesem gehörig verbunden unter Wasser erhärten, findet man fast überall verbreitet, und hält es daher in der That nicht schwer, sich aller Orten seinen Bedarf an hydraulischen Kalk selbst zubereiten zu können.

Man findet aber auch ferner Materialien, die, nachdem sie gebrannt und fein gepulvert sind und mit Wasser zu einem Brei angemengt werden, ohne weiteren Zusatz an Kalk sehr schnell erhärten.

Diese so bereiteten Stoffe sind Zemente. Die hierzu dienenden Rohmaterialien sind ebenfalls thonhaltende Kalksteine, bei denen aber die Kieselerde stark vorwaltend ist. Wenn diese Steinarten auch streng genommen zu den hydraulischen Kalken gerechnet werden, so unterscheiden sie sich von diesen doch dadurch, dass sie nach dem Brennen sich nicht durch Löschen mit Wasser zerkleinern lassen oder doch auch nicht zerfallen, sondern mechanisch zerkleinert werden müssen. (In Stampfen und auf Mühlen).

Hierher gehört zunächst der sogenannte römische Zement oder Roman-Zement; ferner eine Menge anderer Zementarten, die in neuerer Zeit fabrizirt werden, nachdem man ähnliche Kalksteinnieren, als woraus der Roman-Zement bereitet wird, noch an anderen Orten in hinreichender Menge entdeckt und vorgefunden hat.

Der Zementstein wird gehörig gebrannt, darauf fein gemahlen, gesiebt und in dichten Tonnen verpackt. Die Farben der im Handel vorkommenden Zementarten sind sehr verschieden und variiren von ockergelb bis dunkelbraun-roth. Der Zement saugt beim Anmachen mit Wasser nur sehr wenig von demselben ein, erwärmt sich wenig und erhärtet in ganz kurzer Zeit.

Aus der Zerlegung einiger Zementsteine hat man erhalten:

Kohlensauren Kalk . . .	65,7	61,6	63,8
Kohlensaure Magnesia . .	0,5	—	1,5
Kohlensaures Eisenoxydul .	6,0	6,0	11,6
Kohlensaures Manganoxydul	1,6	—	—
Kieselerde	18,0	15,0	14,0
Thonerde	6,6	4,8	5,7
Eisenoxyd	—	3,0	—
Wasser	1,2	6,6	3,4
Verlust	0,4	3,0	—
Zusammen	100 Theile.	100 Theile.	100 Theile.

Der erste dieser Zementsteine war ein englischer, der zweite war von Boulogne und der dritte von Avallon.

Man hat aber auch vielfach den hydraulischen Kalk, sowie auch den Zement künstlich herzustellen gesucht, indem man dieselben Stoffe, welche der natürliche hydraulische Kalk enthält, in genügenden Verhältniss zusammen brachte, und hiernach den Zement daraus herstellte. *John* und *Vicat* waren die ersten, welche auf diesen Gegenstand aufmerksam machten.

Nach *Vicat* bewirkt man die Umwandlung des gemeinen fetten Kalkes in hydraulischen, wenn man den gebrannten Kalk entweder durch aufgegossenes Wasser oder durch freiwilliges Zerfallen an der Luft mit etwas Wasser und einem Zusatz von kieselhaltigen Thon durchknetet, die Masse trocknet, sie dann zum zweiten Male wie Kalkstein brennt. Die sehr fetten Kalkarten verlangen nach *Vicat* auf 100 Theilen Kalkhydrat einen Zusatz

von 20 Theilen Kieselthon. Die weniger fetten Kalkarten bedürfen nur 10 Theile und für diejenigen, die schon einige hydraulische Eigenschaften besitzen, sind 6 Theile Kieselthon hinreichend. Bei einer Vermehrung des Zusatzes von Kieselthon auf 33—40 Theile löst sich der daraus gebrannte Kalk nicht mehr im Wasser auf, gibt aber pulverisirt und mit Wasser angemengt, einen Teig, der im Wasser schnell erhärtet. In diesem letzteren Falle erhält man demnach einen künstlichen Zement.

Auch der sogenannte Portland-Zement, welcher dem Roman-Zement jedenfalls noch vorzuziehen ist, ist ein künstliches Produkt. Zur Herstellung dieses Zements bedient man sich der Kreide, die zwischen Mühlsteinen zerkleinert und dann geschlemmt wird, und eines sehr kieselhaltigen Thons von sehr grosser Feinheit. Beide Theile werden in gewissen Verhältnissen aufs Innigste mit einander vermengt, alsdann in Ziegelform geknetet, getrocknet und darauf gebrannt. Nach dem Brennen wird der Zement gemahlen, gesiebt und in dichte Tonnen verpackt. Früher bezog man diesen Zement nur aus England; gegenwärtig sind aber auch in Deutschland mehrere Fabriken, welche diesen Zement in derselben Güte liefern.

Dass es bei der Herstellung dieser küntlichen Zemente sehr wesentlich auf den richtigen Hitzegrad beim Brennen ankommt und davon jedenfalls auch die Güte des erhaltenen Produktes abhängt, ist leicht einzusehen und muss daher der Hitzegrad, der beim Brennen nicht überschritten werden darf, durch vorher angestellte Versuche bestimmt werden.

Nach *Pettenkofer* besteht der Portland-Zement aus:

1)	Kalk	54,11
2)	Kieselsäure . .	22,23
3)	Thonerde . . .	7,75
4)	Magnesia . . .	0,75
5)	Kali	1,10
6)	Natron	1,66
7)	Eisenoxyd . . .	5,30
8)	Kohlensäure . .	2,15
9)	Phosphor . . .	0,75
10)	Schwefel . . .	1,00
11)	Thonsand . . .	2,20
12)	Wasser	1,00
	zusammen	100 Theile.

Nachdem hier die verschiedenen Materialien, welche zur Bereitung eines hydraulischen Mörtels verwendet werden, im Allgemeinen angeführt sind, soll nunmehr das Nötige über die Verarbeitung des Mörtels gesagt werden.

Doch zunächst muss noch eines der vorzüglichsten Naturprodukte, welches man als Zuschlag zur Herstellung von hydraulischen Mörtel anwendet, und in Deutschland und Holland sehr vielfach verwendet wird, nämlich der Trass, in der Kürze besprochen werden.

Der Trass kommt an seinen Fundorten in dreierlei Gestalt vor. Die unteren Lagen desselben, welche man häufig auch als Baustein verwendet, sind einem weichen Sandstein ähnlich; wenn sie längere Zeit der Luft ausgesetzt gewesen sind und die Bergfeuchtigkeit vollständig verloren haben, werden sie bedeutend fester. Die oberen Lagen dagegen sind viel weicher; und endlich kommt der Trass auch noch in ganz losen Massen, ähnlich wie Sand, vor.

Der feste Stein liefert gemahlen, jedenfalls den besten Trass; einen minder guten Trass erhält man aus den oberen weicheren Lagen; dagegen der in

Form von Sand gefundene Trass hat nur wenig Wert und nennt man diesen den „wilden Trass“ im Gegensatz zu dem aus festen Steinen hergestellten „echten Trass“.

Meistentheils kommt der Trass schon in gemahlenem Zustande in dichten Tonnen verpackt, in den Handel und man hat alsdann zu untersuchen, ob der Trass echt oder wild ist. Das blosse Ansehen und das Fühlen zwischen den Fingern lässt noch keineswegs die Güte des Trass erkennen; ebenso liefert auch die Probe, dass man von dem pulverisirten Trass in ein Glas Wasser schüttet, denselben tüchtig umrührt und aus dem sich ergebenden Niederschlag die Güte oder die Reinheit des Trass zu beurtheilen, keineswegs immer ein richtiges Resultat. Denn wenn auch gleich darauf ein vollständiger Niederschlag des Trass im Wasser erfolgt nnd keine verschiedenen Schichten und namentlich keine schlammige Oberfläche sich darin erkennen lassen, so ist dieses zwar ein Zeichen der Reinheit des Trass; es ist aber dadurch noch keineswegs die Bindekraft desselben festgestellt und dieses um so weniger, da der wilde Trass, wenn er sonst rein ist, durch diese Probe sich von dem echten kaum unterscheiden lässt.

Es ist daher notwendig, um die Güte des Trass festzustellen, dass man direkte Versuche mit demselben anstellt, indem man kleine Mengen Kalkbrei mit dem gemahlenen Trass in verschiedenen Verhältnissen innig durch einander mengt, hieraus Kugeln ballt, und diese dann in ein Glas mit Wasser wirft. Nach einem oder mehreren Tagen untersucht man die Festigkeit der verschiedenen Mengungen. Die Versuche dienen dann gleichzeitig auch dazu, das Verhältniss des Trasszusatzes zum Kalk zu bestimmen.

Die Grösse des Trasszusatzes zum Kalk hängt aber zunächst wieder davon ab, ob der Kalk ein magerer oder fetter ist. Ist der Kalk schon an und für sich hydraulisch, so muss natürlich der Trasszusatz geringer sein, als wenn der Kalk fetter ist. Dieses lässt sich aber immer nur durch direkt angestellte Versuche ermitteln, welche Versuche daher immer vorangehen müssen, um einen dem bestimmten Zwecke entsprechenden Trassmörtel zu erhalten.

Zum reinen Trassmörtel wird nur Kalkbrei und pulverisirter Trass genommen und zwar in den gewöhnlichen Fällen auf einen Kubikmeter Kalkbrei etwa zwei Kubikmeter Trass. Doch kann man auch, namentlich wenn der Mörtel zu Mauerwerk verwendet werden soll, welches nicht fortwährend unter Wasser steht, den Trassmörtel mit Sand versetzen, d. h. dass man als Zuschlag zum Kalk die Hälfte Trass anwendet und die andere Hälfte aus reinem Quarzsande bestehen lässt, welchen Mörtel man dann verlängerten Trassmörtel nennt.

Die Zubereitung des Trassmörtels muss immer mit grosser Sorgfalt geschehen und darf namentlich nur immer möglichst wenig Wasser zugeschüttet werden. Durch einen stärkeren Zusatz von Wasser wird die Arbeit der Zubereitung zwar sehr erheblich erleichtert, und suchen in den meisten Fällen die Arbeiter, wenn sie einer strengeren Beaufsichtigung überhoben sind, sich diese Erleichterung zu verschaffen; allein es wird die Mörtelmasse dadurch zu weich und die Folge ist dann, dass der Mörtel weniger schnell bindet. Namentlich muss hierauf Rücksicht genommen werden, wenn der Mörtel unter Wasser angewendet werden soll. Bei Verwendung des Trassmörtels über dem Wasser ist es zwar weniger nachtheilig, wenn der Mörtel nicht so schnell bindet; nichts desto weniger ist es aber dennoch immer vorzuziehen, einen

möglichst geringen Zusatz von Wasser anzuwenden, weil dann jedenfalls die Durcharbeitung des Mörtels, um einen gleichförmigen Kalkteig zu erhalten, um so notwendiger und in Folge dessen der Mörtel auch um so tüchtiger wird.

Die Zubereitung des Trassmörtel geschieht in folgender Art.

Nachdem der Kalk und der Trass nach dem bestimmten Verhältniss abgemessen ist, wird der gelöschte Kalk auf einem dichten und ebenen Bretterboden ausgebreitet und mit dem Kalkstampfer tüchtig durchgestossen, um alle darin enthaltenen Kalkklümpchen vollständig zu zerkleinern; hierauf wendet man die Kalkhacke an und durchrührt damit den Kalk nach allen Seiten hin, bis er wie Brei wird. Ist dieses erreicht, so schüttet man den Trass nach und nach in kleineren Mengen zu, jedoch unter fortwährendem Durcharbeiten mit der Kalkhacke, bis eine vollständige Vermischung der zusammengemengten Theile erlangt ist. Sollte die Masse zu steif werden, so dass man mit der Kalkhacke nicht gehörig mehr durchziehen kann, so bedient man sich zum ferneren Durcharbeiten der Schaufeln, bis eine gleichförmige Masse erhalten wird.

Diese Art der Zubereitung ist jedenfalls sehr mühsam und würde bei solchen Bauten, wo grosse Quantitäten von Mörtel erforderlich sind, als namentlich bei Betonfundirungen, einen sehr bedeutenden Aufwand an Arbeitslohn erforderlich machen, wesshalb man sich auch aus Ersparniss bei solchen Arbeiten besonderer Mörtelmaschinen bedient, welche meistens aus einer Trommel oder einem sonstigen Apparate bestehen, worin die verschiedenen Materialien eingeschüttet und dann durch vielfaches Umdrehen des Behälters um eine feste Achse dieselben vermengt werden. Wenn nun auch durch Anwendung solcher Mörtelmaschinen die Bereitung des Mörtels sich billiger und schneller herstellen lässt als diejenige mittelst Durcharbeitung mit Kalkhacken und Schaufeln, so hat sie doch auch wieder den Nachtheil, dass hierbei unbedingt ein grösserer Zusatz von Wasser erforderlich ist, ferner aber auch die Materialien nicht so innig mit einander gemengt werden, als dieses durch Handarbeit bewerkstelligt werden kann.

Bei dieser Gelegenheit ist noch einmal darauf zurückzukommen, welche Art des Löschens den besten Kalk zum hydraulischen Mörtel liefert. Manche sind der Ansicht, dass der durch Eintauchen in Wasser gelöschte und zerfallene Kalk vorzüglicher zum hydraulischen Mörtel sei, als der auf die gewöhnliche Weise gelöschte und dann eingesumpfte Kalk. Diese Ansicht kann aber keinenfalls als die richtigere angesehen werden und ist sie auch schon vielfach durch die Erfahrung widerlegt. Da die Wirksamkeit des Kalks in allen Fällen, in welchen derselbe beim Bauen in Anwendung kommt, in geradem Verhältniss mit der Vergrösserung seiner Oberfläche steht, so ist leicht einzusehen, dass dieses um so besser erreicht wird, je feiner der Kalk zertheilt wird. Dieses letztere wird aber durch das Einsumpfen des Kalks vollkommen erreicht, indem der Kalk in diesem eingesumpften Zustande länger feucht erhalten und noch mehr zertheilt wird und das Ganze sich zuletzt in eine gleichförmige und höchst feine Masse verwandelt. Der durch Eintauchen gelöschte und zerfallene Kalk gibt aber nicht allein ein weit geringeres Volumen, sondern er fühlt sich auch gewöhnlich wie Sand an, welches daher rührt, dass der Kalk nicht gehörig aufgeschlossen wird und die Theile des Kalkhydrats auf vielen Punkten zusammentreten. Es gibt nun zwar manche Kalkarten, welche das gewöhnliche Löschen nicht vertragen, wohin namentlich die hydraulischen Kalke gehören. Wollte man diese durch Aufschütten von

vielem Wasser, wie beim Löschen des fetten Kalks löschen, so würde man den Kalk ertränken und ein hinreichendes Aufschliessen der Kalktheilchen würde dennoch nicht erreicht werden. Bei diesen mageren Kalkarten ist daher ein Zusammenhalten der Wärme notwendig, um den Kalk zu löschen. Es ist ferner auch sogar notwendig, dass dieser Kalk im gelöschten Zustande schnell verbraucht werde, indem derselbe durch längeres Aufbewahren in Gruben im gelöschten Zustande nur schlechter wird und die Geschmeidigkeit, welche er eben nur in sehr geringem Grade besitzt, dadurch ganz verliert.

Der *Loriot*'sche Mörtel, welcher seiner Zeit ein grosses Aufsehen erregte, bestand aus einem Theil Ziegelmehl und zwei Theilen Sand mit der gehörigen Menge gelöschten Kalk vermischt. Diesem Mörtel war noch ein Theil frischer ungelöschter und fein zerstossener Kalk zugesetzt, wodurch ein sehr schnelles Erhärten des Mörtels zu Wege gebracht wurde, indem der ungelöschte Kalk der nassen Mörtelmasse einen Antheil Wasser entzog und dadurch bewirkte, dass der Mörtel steif wurde und schnell austrocknete. Es entstand aber auch zugleich durch diesen Kalkzuschlag eine bedeutende Ausdehnung der Masse und hatte dieses wieder eine geringere Widerstandsfähigkeit zur Folge. Man hat daher auch von dieser Vorschrift der Bereitung des Mörtels keine spätere Anwendung gemacht und hat überhaupt dieser Mörtel sehr bald seinen Ruf wieder verloren.

Welche Methode des Löschens des Kalks nun auch angewendet werde, es hängt die Güte des daraus hergestellten Mörtels immer sehr wesentlich von der innigen Mengung der Bestandtheile ab, aus denen derselbe zusammengesetzt werden soll und ist es notwendig, dass diese Mengung mit dem Kalk zu einem Brei ohne Zusatz von Wasser oder doch nur mit soviel Wasser geschehe, als zum Löschen des Kalks nötig ist, wenn man lebendigen Kalk anwendet.

Einen ganz vorzüglichen Mörtel erhält man, wenn man den geschlagenen Muschelkalk mit Trass versetzt. Da der Muschelkalk schon durch die Beimischung der Torfasche (beim Brennen desselben) eine gewisse Menge Kieselerde enthält, so wird diese durch den Zusatz von Trass noch erheblich vermehrt und der Mörtel noch mehr hydraulisch. Ein solcher Trassmörtel eignet sich ganz ausgezeichnet zu Mauerwerk unter Wasser. Soll solcher hydraulische Mörtel zum Ausfugen der Mauerfugen benutzt werden, so vermengt man eine bestimmte Quantität Trass mit dem noch unbearbeiteten frischen Muschelkalk, feuchtet diese Mischung nur sehr gering an und bearbeitet sie dann mit dem Kalkschläger (Kalkbatzen) in derselben Weise, wie oben bei der Bearbeitung des Muschelkalks näher angegeben ist. Man erhält auf diese Weise einen ausgezeichneten Mörtelkitt zum Ausfugen der Mauern, der auch sehr schnell erhärtet. Dieser Mörtel widersteht ganz vorzüglich der abwechselnden Einwirkung von Luft und Wasser. Soll der Mörtel zum Vermauern dienen, so setzt man den vorher tüchtig geschlagenen Muschelkalk den nötigen Trass statt des Sandes zu. Man benutzte früher diesen Mörtel vielfach zum Aufmauern der Oel- und Thranbassins in Seifenfabriken und Thrankochereien, bei welchen Arbeiten derselbe immer vollständig dem beabsichtigten Zwecke entsprach.

In denjenigen Fällen, wo der hydraulische Mörtel an der freien Luft trocknen muss, sucht man das schnellere Trocknen desselben dadurch zu verhindern, dass man die ausgestrichenen Fugen oder überhaupt das Mauerwerk häufig mit Wasser benetzt, weil ein zu schnelles Trocknen dem hydraulischen

Mörtel sehr nachtheilig ist, und dieser dadurch zu viele Risse bekommt. Man sucht übrigens in diesen Fällen die Bindekraft des Mörtels dadurch etwas zu verzögern, dass man zum Mörtel Sand zusetzt und dafür ein gewisses Quantum Trass zurücklässt, sodass man also den Trassmörtel durch diesen Sandzusatz verlängert und somit einen Doppelmörtel erhält, indem man zwei Arten von Mörtel, nämlich einen mechanischen (Luftmörtel) und einen chemischen Mörtel (hydraulischen Mörtel) zusammen verbindet, wo der Kalk und der Zuschlag bei ersterem durch die Adhäsionskraft und bei letzterem durch die chemische Anziehungskraft sich verbinden.

Vielfache Anwendung zur Herstellung solcher Doppelmörtel finden ausserdem die aus hydraulischen Kalksteinen gebrannten Zemente, und namentlich bei Verarbeitung derjenigen Mörtel, die zum Abputzen der äusseren Façaden von Gebäuden verwendet werden. Ebenso wendet man diese Doppelmörtel zum Ausziehen der verschiedenen Gesimsglieder an, in welchem Falle aber dann zum Mörtel ein etwas grösserer Zementzusatz genommen wird, weil, um die Gesimsglieder nach der vorgezeichneten Schablone durchaus voll ausziehen zu können, der Mörtel einen grösseren Zusatz von Wasser erhalten muss.

Sehr vortheilhaft sind diese Doppelmörtel auch bei Aufführung der Fundamentmauern eines Gebäudes anzuwenden, weil sie einmal, nachdem sie erhärtet sind, das Aufziehen der Erdfeuchtigkeit verhindern, ferner aber auch nach dem Erhärten mehr Widerstand bieten und demnach durch ihre Anwendung auch ein festeres Mauerwerk erhalten wird.

Was die Grösse des Zementzusatzes zum Putzmörtel betrifft, so ist diese keineswegs willkürlich; denn nimmt man einen zu grossen Zusatz, so erhält der Zementmörtel beim zu schnellen Trocknen auf seiner Oberfläche sehr leicht eine Menge Risse und findet man auch dann nicht selten ein vollständiges Ablösen einzelner Stellen des Putzes von der Maueroberfläche. Dieses rührt hauptsächlich daher, dass wenn die Feuchtigkeit aus dem Mörtel entwichen ist, welches hier meistens binnen kurzer Zeit erfolgt, die Theile aufhören, auf chemische Weise auf einander zu wirken. Die zementirenden Stoffe können das zu ihrer Krystallisation erforderliche Wasser nicht genügend aufnehmen, indem es ihnen durch das zu schnelle Trocknen entzogen wird, die Masse wird daher nur locker mit der Oberfläche der Mauer verbunden. Um diesem Nachtheil zu begegnen, nimmt man daher am zweckmässigsten nur einen so grossen Zementzusatz, dass eine chemische Anziehungskraft zwischen Kalk und Zement genugsam vorhanden ist, ohne dass aber der Mörtel zu schnell bindet. Ein sehr gutes Verhältniss erhält man, wenn man auf drei Theile zubereiteten Mörtel einen Theil Zement als Zusatz nimmt. Soll der Zementmörtel zum Mauern benutzt werden und zwar zu solchem Mauerwerk, welches gleich mit Erde bedeckt und dadurch der direkten Einwirkung der Luft mehr oder weniger entzogen wird, so ist es jedenfalls vorzuziehen, einen grösseren Zementzusatz zu nehmen, und zwar dann von jedem die Hälfte, sodass dann auf einen Theil zubereiteten Mörtel ein Theil Zement kommt. Die Konsistenz des Mörtels gewinnt hierbei dann ausserdem noch sehr beträchtlich durch den Druck der nach und nach auf einander zu legenden Steinschichten, wodurch um so vollständiger dann auch das Aufsteigen der Erdfeuchtigkeit in den Mauern verhindert wird. Auch in diesen Fällen ist eine tüchtige und sorgfältige Durcharbeitung des Mörtels und des Zementzusatzes durchaus erforderlich und darf man unter keinerlei Umständen durch einen grösseren Wasserzusatz, als notwendig ist, sich diese Arbeit erleichtern wollen.

Diese aus hydraulischen Kalksteinen gebrannten oder sonst künstlich hergestellten Zemente wendet man auch sehr häufig für sich allein, entweder mit einem Sandzusatze oder ohne denselben an.

Erhält der Zement einen Sandzusatz, so muss dieser letztere aus durchaus reinem und feinkörnigem Sande bestehen. Der Zement wird mit dem Sandzusatz innig durchgearbeitet und durch Zusatz von reinem Wasser zu einem Mörtel gemacht, welcher dann schnell verbraucht werden muss, weil er sonst bindet und vor dem Verbrauch im Kasten schon hart wird, in welchem Falle er dann aber nicht mehr zu benutzen ist. Man darf daher die Masse niemals in grossen Quantitäten anfertigen lassen, da dieselbe gewöhnlich schon nach 10 bis 15 Minuten anfängt zu erhärten. Will man diesen erhärtenden Mörtel durch einen Zusatz von Wasser dann wieder aufarbeiten, so verliert er seine Bindekraft und bleibt weich.

Was die Menge des Sandzusatzes zum Zement betrifft, so findet man hierüber gewöhnlich besondere vom Fabrikanten gegebene Vorschriften. Es ist aber immer vorzuziehen, durch vorherige bestimmte Versuche von der Richtigkeit solcher Vorschriften vor der weiteren Verwendung sich zu versichern. Durch den Sandzusatz verliert der Zement unbedingt an Güte, indem dadurch der feste Zusammenhang der einzelnen Zementtheile an einander gestört wird und dafür der minder innige Anschluss des erhärteten Zements an die einzelnen Sandkörnchen eintritt. Je grösser nun der Sandzusatz zum Zement genommen wird, desto geringer werden natürlich die Zementschichten zwischen den Sandkörnern und die notwendige Folge davon ist, dass der Zementmörtel an Festigkeit verliert. Diese Abnahme der Festigkeit hat ferner darin ihre Ursache, dass die zementirenden Stoffe, nachdem sie das zu ihrer Krystallisation nötige Wasser aufgenommen haben, das überschüssige Wasser ausstossen, dieses aber mehr oder weniger von dem beigemengten Sande vermöge seiner hygroskopischen Eigenschaft festgehalten wird und die somit um die einzelnen Sandkörner gelagerte Wasserschicht den innigen Anschluss des Zements an den Sand mehr oder weniger hindert. Dieser Umstand ist es wesentlich, dass in manchen Fällen die Anwendung des Zementes nicht dem beabsichtigten Zwecke entspricht. Es hängt immer davon ab, ob man dem Zemente einen Sandzusatz beimischen darf, zu welchem Zwecke der Zementmörtel verwendet werden soll. Will man z. B. das Durchdringen des Wassers verhindern, so darf der Zement keine Sandbeimischung erhalten, weil er nach dem Erhärten einen, vom Wasser nicht durchdringlichen Körper bilden soll; gibt man dem Zement eine Beimischung von Sand, so wird derselbe bei richtiger Bearbeitung zwar auch steinhart, die Masse behält aber die Feuchtigkeit der Mauer, auf welche sie aufgetragen wurde. Bei trocknen Mauern dagegen, wo man nur bezwecken will, dass der anschlagende Regen nicht durchdringen soll, ist ein Zusatz von Sand unschädlich, sogar notwendig, um ein langsameres Austrocknen herbeizuführen.

Die Zementmasse muss niemals zu dünne angebracht werden, weil, wenn sie in noch weichem Zustande nicht durch Belastung oder durch Druck zusammengepresst wird, zu porös bleibt und dann in zu dünnen Schichten nicht dem beabsichtigten Zwecke genügend entspricht. Dieser Umstand wird aber auch nicht immer gehörig berücksichtigt und der beabsichtigte Zweck alsdann verfehlt.

Man verwendet den Zement auch mit und ohne Zusatz von Sand zu Verzierungen oder Figuren, die in Formen von Gips oder Kautschuk gegossen

werden. In diesem Falle wird der Zement nur soviel als nötig ist, um die Masse gehörig bildsam zu machen, mit Wasser angemacht. Man darf nach Verarbeitung der Masse dieselbe nicht gleich zu sehr der Luft aussetzen, weil sie dann sehr leicht Risse bekommt, aus Gründen, die oben näher angegeben sind. Auch muss die einzubringende Masse in dünnen und nicht zu starken Schichten in die Form eingebracht werden; denn wird die Masse auf einmal zu stark eingebracht, so findet nicht ein so gleichmässiges Erhärten der ganzen Masse statt, als erforderlich ist, und es zeigen sich später leicht Risse, die dadurch entstehen, dass die Oberfläche schneller trocknet als der Kern. Am zweckmässigsten würde es immer sein, wenn man nach dem Eindrücken der Masse in die Formen, diese zusammen so lange unter Wasser brächte, bis die Zementmasse gebunden wäre, und dann zum Trocknen herausnehme und die geformten Verzierungen an einem schattigen Orte vollständig trocknen liesse. Es hat sich bei diesen Arbeiten übrigens herausgestellt, dass es viel zweckmässiger ist, die zum Giessen erforderliche Masse mit feinem ganz reinem Sande zu versetzen, und zwar so, dass man auf einen Theil Zement, einen Theil Sand nimmt. Dieser Sandzusatz kann unter Umständen noch etwas vergrössert werden, wenn die Masse des zu giessenden Gegenstandes dicker wird.

Die Formen, welche man zum Ausformen der Verzierungen verwendet, werden, wenn sie aus Gips bestehen, vorher gut gefirnisst und später vor dem jedesmaligen Gebrauch mit einer Salbe aus fettem Oel und etwas venetianischer Seife dünn ausgestrichen. Statt dieser Gipsformen bedient man sich aber noch vortheilhafter der Formen aus Schwefel, Blei oder Zink, weil diese, wenn sie unter Wasser gebracht werden, gar nicht weiter leiden.

Eine Hauptanwendung findet der hydraulische Mörtel bei Herstellung des Beton oder Grobmörtels, wovon im folgenden Paragraph die Rede ist.

§ 18. Der Beton oder Grobmörtel.

Der Beton oder Grobmörtel besteht aus Bruchstücken von Steinen aller Art, als von zerschlagenen Kieseln, Steinabfällen, groben Kiessand, Grand- oder Ziegelbruchstücken, die von der Grösse einer Wallnuss bis zur Grösse der geballten Faust sind, und welche Steinstücke durch einen hydraulischen Mörtel mit einander verbunden werden.

Der Beton findet seine Hauptanwendung bei Ausführung der Fundamentarbeiten zu Wasserbauten, wo man die Baustelle nur mit einer dichten Spundwand umgibt, um die Durchströmung des Wassers abzuhalten, und dann mittelst besonders dazu eingerichteter Kasten den Beton bis auf den Grund senkt und ihn hier mit möglichster Vorsicht ausschüttet, damit der Mörtel durch die entstehende Bewegung des Wassers nicht ausgespült werde.

Man kann aber auch den Beton sehr zweckmässig und vortheilhaft bei Landbauten zu Fundirungen anwenden und namentlich in solchen Fällen, wenn die oberen deckenden Schichten des Baugrundes sehr sumpfig sind und der feste Baugrund nicht so tief wegliegt, sodass man ihn durch Ausbaggern noch erreichen kann. Aber auch in anderen Fällen ist der Beton noch vortheilhaft zu Fundirungsarbeiten zu verwenden, wovon weiter unten noch besonders die Rede ist. Es soll hier zunächst das Nähere über die Bereitung des Beton angeführt werden.

Für die Zusammensetzung des Beton lassen sich keine allgemein bestimmte Regeln aufstellen, weil die Beschaffenheit der verschiedenen Materialien,

aus welchen der Beton zusammengesetzt wird, nicht an allen Orten gleich ist, sondern sehr verschiedenartig sein kann. Es können hier daher nur allgemeine Vorschriften gegeben werden.

Zunächst hat man durch besonders anzustellende Versuche die Mischungsverhältnisse des zu verwendenden hydraulischen Mörtels zu bestimmen. Bei diesen Versuchen darf man sich aber nicht schon nach ein paar Tagen von der Tüchtigkeit oder Nichttüchtigkeit des Mörtels überzeugt haben wollen, sondern es müssen derartige Versuche mehrere Wochen andauern und dann die verschiedenen Mischungen während dieser Zeit genau geprüft werden und namentlich in Bezug auf ihre rückwirkende Festigkeit. Derartige Versuche müssen der Verwendung hydraulischer Mörtel immer vorangehen.

Was die zuzusetzenden Steinabfälle betrifft, so können diese von Steinen aller Art sein, vorausgesetzt, dass ihre Festigkeit der des Mörtels wenigstens gleich ist. Da nun der verwendete Beton, wenn er in die Baugrube gebracht ist, eigentlich nur ein Füllmauerwerk ist und der Zusammenhang und die Festigkeit eines Mauerwerks hauptsächlich von der Güte des Mörtels und der verwendeten Bausteine abhängig ist, so ist auch leicht erklärlich, dass nicht jeder Stein die gehörige Eigenschaft hat, als Zuschlag zum Beton zu dienen.

Das am meisten als Zuschlag zum Beton dienende Material sind die Ziegelsteine; einmal weil sie überall sehr leicht zu bekommen sind und ihr Materialwert, besonders wenn man die Bruchstücken verwendet oder sie aus Feldziegeleien nimmt, verhältnissmässig nur gering ist, sowie auch ihre Bearbeitung sehr leicht ist, und ferner, weil sie sich als Zuschlag zum Beton am vorzüglichsten eignen, indem ihre Bestandtheile mit denen der besten Zemente in gewisser Beziehung nahe übereinstimmen. Sie geben zerschlagen, vieleckige Körper mit rauhen Flächen, sie sind porös und ihre rückwirkende Festigkeit ist ganz ausreichend, selbst, wenn man nur mittelmässig harte Ziegel nimmt. Nur bei gänzlichem Mangel an Ziegelsteinen nimmt man andere Steinarten als Zuschlag zum Beton. Diese dann in Anwendung kommenden Steinarten müssen aber von solcher Beschaffenheit sein, dass ihre Bestandtheile mit denen der anzuwendenden Zemente chemische Verwandtschaft haben und ferner, dass sie hinreichend hart und fest sind. Es eignen sich daher als Zuschlag der Tufstein, der Porphyr und Grauwacken, sobald sie ein gehöriges thoniges Bindemittel und nicht zu viele Glimmerblättchen enthalten; auch thonhaltiger Sandstein ist anzuwenden. Dagegen sind diejenigen Steinarten, welche sehr glatte Flächen haben und viele Krystalle enthalten, als Quarz, Feldspat, Granit und dergleichen Steinarten weniger zweckmässig anzuwenden, weil der Kalkbrei eine geringere Verbindung mit den glatten Steinflächen eingeht. Am zweckmässigsten und vortheilhaftesten sind aber stets die Ziegelsteine anzuwenden; dieselben müssen jedoch vollständig gahr gebrannt sein. Ungahr gebrannte Steine oder die sogenannten Bleichsteine, sowie die mit einer Glasur überzogenen Ziegel- oder Dachsteine sind unter allen Umständen zu verwerfen und dürfen nicht als Zuschlag zum Beton verwendet werden, weil sie für den Mörtel in dieser Anwendung nur schädlich sind.

Die als Zuschlag zu verwendenden Steine werden, wie auch schon oben erwähnt wurde, in Stücke zerschlagen von der Grösse einer Wallnuss bis zu der einer geballten Faust; alsdann lässt man die Steine über ein hartes Drahtsieb laufen, um sie von anhängendem Schmutz oder Staub zu reinigen und ferner auch, um die zu kleinen Steinstücke zu beseitigen. Die Maschen des

Siebes werden daher so eingerichtet, dass nur Steine bis zu einer gewissen Grösse nicht durchfallen können.

Hat man nun ein hinreichendes Quantum zerschlagener Steine in Vorrat und ist ferner das Mischungsverhältniss des Mörtels genau bestimmt, so hat man den Bedarf an Mörtel zur gehörigen Ausfüllung der Zwischenräume im Beton zu ermitteln. Dieses kann in folgender Weise stattfinden.

Man schüttet eine bestimmte Menge der zerschlagenen Steine, welche als Zuschlag benutzt werden sollen, nachdem sie vorher ins Wasser gelegt und davon ganz gesättigt sind, in ein leeres dichtes Gefäss, rüttelte hierin die Steine stark zusammen und ebnet ihre Oberfläche horizontal. Hierauf wird mit einem Maasse von bekannten körperlichem Inhalte schnell soviel Wasser aufgeschüttet, bis die Oberfläche der Steine damit vollständig bedeckt ist, wo dann die hinzugegossene Menge Wasser in diesem Falle die Grösse der Steinzwischenräume angibt. Da aber die Steinflächen sich vielfach berühren und auf einanderliegen, beim Durchmengen mit Mörtel jedoch die Steinflächen sich jedenfalls von einander entfernen, so kann die so ermittelte Menge Wasser nicht das genaue Quantum des Mörtels, welches erforderlich ist, die Steine vollständig mit Mörtel einzuhüllen, angeben und um daher eine vollständige Einhüllung der Steine in Kalkbrei zu erlangen, muss das durch aufgeschüttetes Wasser bestimmte Quantum noch um etwa ein Viertel vermehrt werden, was dann die erforderliche Menge des Mörtels zum Beton ergibt.

Was die Durchmengung des Mörtels mit den Steinstücken betrifft, so wird diese dadurch immer sehr mühsam, dass der Mörtel nicht zu viel Wasser enthalten darf, sondern möglichst steif sein muss, namentlich, wenn er unter Wasser gebraucht werden soll. Es ist daher ein anhaltendes und kräftiges Durcheinanderarbeiten der Masse durchaus erforderlich und muss dieses so lange fortgesetzt werden, bis eine vollständige Vermischung der Materialien hergestellt ist und alle Oberflächen der Steinstücken durchaus mit Mörtel umhüllt sind. Um dieses nun zu erlangen, verfährt man in folgender Weise.

Von der zu einer bestimmten Betonmasse erforderlichen Mörtelmenge breitet man einen Theil auf einem dichten und festen Bretterboden aus, überschüttet alsdann die Lage mit einer Schicht der zerschlagenen Steine; darüber wird wieder eine dünne Mörtellage ausgebreitet und hierüber wieder eine Schicht Steine und fährt so weiter fort, bis das zur Betonmasse bestimmte Material zu Ende ist. Nunmehr wird diese aufgeschüttete Masse mittelst starker eiserner Schaufeln und Kalkhacken von einer Seite her durchgearbeitet und zuletzt wieder von allen Seiten her nach der Mitte zu einem Haufen zusammengeschlagen. Dieser Haufen wird wieder von Neuem ausgebreitet und dann ebenfalls wieder mit Schaufeln und zwar von unten auf durchgearbeitet. Diese Arbeit, welche immer sehr mühsam und anstrengend ist und wozu nur kräftige und durchaus zuverlässige Arbeiter zu verwenden sind, wird so lange wiederholt, bis alle Steinstücken von Mörtel gänzlich umhüllt sind. Ist die Masse dann fertig, so wird sie möglichst schnell verwendet und mit dem neu zu verarbeitenden Quantum in derselben Weise wieder verfahren, wie eben angegeben wurde. Dass hierbei im Voraus keine grosse Menge Mörtel zubereitet werden darf, welche vielleicht von einem Tage bis zum anderen unbenutzt überliegen müsste, versteht sich wol von selbst, denn es würde während dieser Zeit der Mörtel schon bis zu einem gewissen Grade erhärtet sein und dann beim Wiederdurcharbeiten mit Anwendung von Wasser einen grossen Theil seiner Bindekraft verlieren und dadurch untauglich werden. Die Stein-

stücken müssen vor ihrer Verwendung mit Wasser gesättigt sein, weil sie sonst die Feuchtigkeit aus dem Mörtel zu sehr aufsaugen würden, und das Durcharbeiten dann nur unter starkem Zuschütten von Wasser stattfinden könnte, wodurch aber die Güte des Betonmörtels sehr beeinträchtigt werden würde. Ferner muss hierbei noch erwähnt werden, dass diese Arbeiten immer unter bedeckten Schuppen vorgenommen werden müssen, damit der Mörtel nicht von der sonst unmittelbar darauf einwirkenden Sonnenhitze zu sehr austrockne oder durch darauffallenden Regen der Kalk nicht ausgewaschen werde, welches beides gleich nachtheilig für den Mörtel ist. Dieses Letztere gilt gleichzeitig auch bei der Zubereitung von Luftmörtel, sowie überhaupt von jedem Mörtel, indem beide Einwirkungen überall immer nachtheilig sind.

Sind grosse Massen von Beton erforderlich, so würden bei der beschriebenen Handarbeit, um die nötige Masse von Beton herzustellen, immer eine sehr grosse Anzahl von Arbeitern angestellt werden müssen, damit das Einbringen von Betonmasse in die Baugrube ohne Aufenthalt fortgesetzt werden könnte. Hierdurch würde aber die Bereitung des Beton sehr vertheuert und ausserdem auch ein sehr grosser bedeckter Raum notwendig werden, unter welchem die Arbeiten ausgeführt würden. Abgesehen nun von den bedeutenden Mehrkosten für die Arbeiter, ist es aber nicht selten der Fall, dass die Baustelle nicht so ausgedehnt ist, dass auch ausser dem Lagerplatz für die übrigen Baumaterialien noch ein grosser Raum für die erforderlichen Kalkschuppen hergegeben werden könnte. Man bedient sich daher in solchen Fällen zur Bereitung des Betons meistens der Mörtel- und Betonmaschinen.

Die Betonmaschinen bestehen gewöhnlich aus einer sehr gering geneigt liegenden, um eine eiserne Achse sich bewegenden Trommel, in welche der vorher zubereitete Mörtel und die dazu erforderliche Menge der Steinstücken hineingeschüttet und durch häufiges und schnelles Umdrehen dieser Trommel, welches durch Anwendung von Dampfkraft erzielt wird, die Gemengtheile stark durch einander gerüttelt werden. In diesen Fällen aber, wo man sich zur Bereitung des Beton der Maschinen bedient, ist es immer zweckmässig, die Mörtelmenge etwas zu vergrössern, welcher Ueberfluss an Mörtel nicht nachtheilig ist, wenigstens bei weitem nicht so nachtheilig, als wenn der Mörtelzusatz zu gering ist, weil in diesem letzteren Falle die Einhüllung der Steinstücke in Mörtel nur unvollständig sich ergeben würde.

Beim Bau der Thüringer Eisenbahn wendete man zur Bereitung des Mörtels eine Maschine an, bei welcher an dem Göpel drei vertikal gerichtete Mühlsteine in verschiedenen Entfernungen von dem Drehpunkt des Göpels so angebracht waren, dass sie beim Umgehen die untere Fläche des Grabens, in welchem die Mengtheile des zu bereitenden Mörtels lagen, deckten. In der Zeitschrift für praktische Baukunst, Jahrg. 1846, ist eine Zeichnung dieser Maschine gegeben.

Beim Museumbau in Berlin wurde ebenfalls bei Zubereitung des Mörtels eine Maschine in Anwendung gebracht.

Diese Maschine bestand aus einem horizontalen Rade, dessen Arme mit doppelten eisernen Rechen besetzt waren. Die Grube, welche eben und egal ausgepflastert war, enthielt fünf Arme, welche ebenfalls mit eisernen Rechen besetzt waren und zwar, dass bei Umdrehung des horizontalen Rades die Zinken der Rechen sich nicht berührten, sondern zwischen einander durchgingen. Die nötigen Quantitäten Sand und Kalk wurden möglichst nahe der Mitte in die Grube eingeworfen. Durch die Zentrifugalkraft wurde die Masse, indem sie durch die Zinken der Rechen am Rade bewegt und gemischt wurde, nach und nach an den äusseren Rand der Grube zur Abflussöffnung geschoben, wo sie in eine besonders hergestellte Sammelgrube abfloss. Zur Bewegung des Rades wurde hier eine Dampfmaschine angewendet. Die Geschwindigkeit des Rades betrug bei der Umdrehung am Umfange 12 Fuss in der Sekunde und es wurden mittelst dieser Maschine in der Stunde 500 Kubikfuss Mörtel zubereitet.

§ 19. Der Gips.

Der gebrannte und darauf fein gepulverte oder gemahlene Gips findet in der Baukunst vielfache Anwendung. In § 4 ist zwar schon im Allgemeinen vom Gipsstein die Rede gewesen, nichts desto weniger muss hier noch einmal spezieller davon die Rede sein.

Der rohe Gipsstein, welcher eine Verbindung der Schwefelsäure mit Kalkerde ist, wird erst gebrannt, um das darin enthaltene Krystallwasser zu entfernen, wodurch derselbe dann seinen natürlichen inneren Zusammenhang verliert. Hierzu ist aber eine bedeutend geringere Temperatur erforderlich, als zum Brennen des kohlensauren Kalks. Es gibt jedoch beim Brennen des Gipses (schwefelsauren Kalkes) auch wieder eine Temperaturgrenze, welche eingehalten werden muss. Ist das Brennen des Gipses unvollständig in Folge einer zu geringen Temperatur, so bleibt ein Theil des Gipses noch mehr oder weniger im rohen Zustande, d. h. er behält noch einen Theil seines Krystallwassers. Dieser Theil des ungahren Gipses trägt aber bei späterer Anwendung zum Festwerden des Gipses gar nichts bei, indem er keine Bindekraft besitzt, welche Bindekraft darin besteht, dass das Gipspulver in Berührung mit Wasser wieder eine krystallinische Aneinanderfügung seiner Theile zu bewirken sucht und wobei dann das Wasser als Krystallisationswasser sich verdichtet. Ist dagegen die Brennhitze beim Brennen des rohen Gipssteins zu stark, so erleiden die Theile in ihrem Zusammenhange eine Art von Zusammensinterung oder einen Anfang von Verglasung, ähnlich wie beim kohlensauren Kalk, wodurch aber diese Theile dann die Fähigkeit verlieren, im gepulverten Zustande mit Wasser neuerdings zu erhärten. In diesem Zustande heisst der Gips „todtgebrannter Gips“.

Das Todtbrennen des Gipses erfolgt sehr leicht dann, wenn derselbe in grösseren Stücken gebrannt wird, weil in diesem Falle die Temperatur entweder höher werden oder ihre Einwirkung länger dauern muss, damit die inneren Theile ebenfalls gahr gebrannt werden. Um daher diese Nachtheile zu vermeiden, zerschlägt man den rohen Gipsstein in Stücke bis zu der Grösse einer Wallnuss; in solchem zerkleinerten Zustande wird der Gips dann in besonders dazu erbauten Oefen gebrannt. Eine andere Ursache des Todtbrennens des Gipses liegt auch darin, wenn der rohe Gipsstein nicht von allen fremden Erdtheilen und namentlich von anhängenden Thontheilchen vorher gehörig gereinigt ist. Diese anhängenden Erdtheilchen befördern sehr das sogenannte Todtbrennen, und es ist daher durchaus notwendig, dass die Gipssteine, bevor sie zerschlagen werden, von allen erdigen Bestandtheilen vollständig gereinigt werden, welches durch Waschen mit Wasser am leichtesten zu erreichen ist.

Hat man nur kleine Quantitäten gebrannten Gipses nötig, so zerschlägt man eine hinreichende Menge Steine, breitet diese auf eiserne Platten aus und schiebt sie alsdann in einen geheizten Backofen, wo der Gips dann nur so lange der Hitze ausgesetzt bleibt, bis die durch die entweichenden Wasserdämpfe verursachte wallende Bewegung aufhört.

Die zum richtigen Brennen des Gipses erforderliche Hitze lässt sich keineswegs genau bestimmen, sondern hängt die Bestimmung derselben von Erfahrung ab; dieselbe muss aber jedenfalls viel geringer als beim Kalkbrennen sein, wie auch schon oben erwähnt wurde. Der Gips darf nie weiss, sondern nur roth glühen und eher noch etwas weniger.

Der gebrannte Gips muss an trockenen Orten und in dichten bedeckten Tonnen oder Kisten aufbewahrt und gegen die Einwirkung der Feuchtigkeit der Luft geschützt werden; denn bleibt er längere Zeit in feuchter Luft liegen, so zieht er allmälig wieder Wasser an und verliert dadurch mehr oder weniger die Eigenschaft, mit Wasser angerührt, zu erhärten oder doch einen höheren Grad von Härte anzunehmen.

Dieser Nachtheil tritt aber noch um so mehr hervor, wenn man den gebrannten Gips in gepulvertem Zustande längere Zeit aufbewahren will. Man kann übrigens dann dem Gipse die Eigenschaft des schnelleren Erhärtens wieder geben, wenn man ihn in kupfernen oder gusseisernen Pfannen über Kohlenfeuer hält und so durch Erhitzung die aufgenommene Feuchtigkeit wieder entfernt.

Man benutzt den gebrannten und fein gepulverten Gips als Zusatz zum Putzmörtel oder auch für sich allein zu Gesimsen und Verzierungen, jedoch nur im Innern von Gebäuden und zwar nur in solchen Räumen, die der Nässe nicht ausgesetzt sind und wo die Luft Zutritt hat. Im Aeussern verliert der Gips sehr leicht seine Kraft. Man benutzt den Gips ferner, wo er häufig vorkommt und weniger theuer ist, zu Estrichboden in Zimmern und trockenen Fluren. Auch wird der Gips vielfach zur Herstellung des künstlichen Marmors (Stuckmarmor) angewendet.

Man findet auch den Gips, wo er häufig vorkommt und der Preis desselben sehr billig ist, als Mörtel angewendet, besonders zum Zusammenfugen von Bruchsteinmauern entweder für sich oder mit Zusatz von Sand, oder mit Luftmörtel versetzt. Diese Verwendung kann aber immer nur in beschränktem Maasse und zwar nur da zweckmässig stattfinden, wo die Mauern fortwährend trocken bleiben und nicht der feuchten Einwirkung der äusseren Luft direkt ausgesetzt sind. An feuchten Orten kann man den Gips gar nicht anwenden, und eben so wenig darf er an solchen Stellen verwendet werden, wo er der Einwirkung der trocknen Luft entzogen wird. Der Gips besitzt die Eigenschaft, vor dem Austrocknen zu erhärten. Das Austrocknen des Gipses währt aber eine längere Zeit, und kann dann während dieser Zeit die äussere Feuchtigkeit auf denselben wieder einwirken, so löst der anfänglich erhärtete Gips sich wieder vollständig auf und wird weich und schmierig. In diesem Zustande der Auflösung ist seine Gegenwart für das übrige Mauerwerk von sehr grossem Nachtheil, weil die Feuchtigkeit des Gipses sich dann sehr bald dem in unmittelbarer Nähe befindlichen übrigen Mauerwerk mittheilt. Es haben Beispiele gezeigt, dass der in den Fugen dicker Mauern eingeschlossene Gips nach 30 Jahren noch ganz feucht war.

Beim Abbrechen des alten Schauspielhauses in Berlin, welches im Jahre 1744 erbaut war, fand man im Jahre 1800 alle Fugen der Sandsteinmauern, die mit Gips vergossen waren, ganz verstockt; der Gipsmörtel war weich und feucht und hatte sich die Feuchtigkeit einem grossen Theil des angrenzenden Mauerwerkes mitgetheilt.

Aus dem Bisherigen geht zur Genüge hervor, dass bei Anwendung des Gipses Vorsicht nötig ist und dass man ihn weder an feuchten Orten, noch an solchen Stellen anwenden darf, zu welchen der Zutritt der Luft gehindert ist.

Bei dieser Gelegenheit soll auch gleich darauf aufmerksam gemacht werden, wie nachtheilig es ist, eiserne Verbindungsstücke in Sandstein mit Gips zu vergiessen. Die im Gipse enthaltene Schwefelsäure wirkt sehr bedeutend auf das Metall ein und verbindet sich damit zu Eisenvitriol. Der

Gips nimmt eine braungelbe Farbe an, die das aufgelöste oxydirte Eisen hervorbringt und nimmt die Feuchtigkeit jetzt um so leichter und um so mehr auf, da er hierdurch mit Salztheilchen geschwängert wird. In diesem Zustande verliert der Gips nach und nach seinen eigenen inneren Zusammenhang, wobei dann die Zerstörung oder Zersetzung der Eisenstücke ebenfalls vor sich geht. Dieses findet namentlich statt, wenn die so vergossenen Stellen dem freien Einfluss der äusseren Witterung und dem Regen ausgesetzt bleiben, oder wenn der Gips nicht möglichst schnell austrocknen und in diesem trocknen Zustande erhalten werden kann.

Sehr vortheilhaft benutzt man den Gips als Zusatz zum Mörtel beim Abputzen und Geradeziehen berohrter Decken und Wände, weil, wie schon oben angeführt wurde, der Gips die Eigenschaft besitzt, vor dem Austrocknen zu erhärten, welche Eigenschaft ihn besonders zu dem ebengenannten Arbeiten empfielt, indem diese dadurch einen um so rascheren Fortgang gewinnen. Es ist hierbei aber nicht ausser Acht zu lassen, dass der Gipsmörtel nur an solchen Stellen zweckmässig zu benutzen ist, wo er nach dem Erhärten auch schnell zum Austrocknen gebracht und dann in diesem Zustande erhalten werden kann, welcher Umstand aber wieder bedingt, dass der Gipsmörtel nur im Inneren von Gebäuden anzuwenden ist. Das schnelle Austrocknen des Gipsmörtels ist auch schon desshalb notwendig, dass der Eisendraht der Berohrung nicht zu sehr vom Gipse angegriffen werde.

Auch zum Mauern leichter Gewölbe, die stets im Trocknen sind und bleiben, ist der Gips als Mörtel sehr zweckmässig zu verwenden, weil er sehr schnell bindet.

Die Menge des Gipszusatzes zum Mörtel ist nicht bestimmt, sondern hängt diese mehr oder weniger davon ab, welchen Zweck man durch denselben erreichen will. Will man ein möglichst schnelles Erhärten bezwecken, so nimmt man einen grösseren Zusatz von Gips zum Mörtel, wodurch derselbe dann schneller bindet. Ein zu geringer Gipszusatz zum Mörtel ist eher nachtheilig, indem dann die Gipsmasse in zu kleinen Theilen vertheilt ist und mehr oder weniger seine Bindekraft verliert.

Zum Anmachen des Gipses bei gewöhnlichen Arbeiten nimmt man eine seinem Rauminhalte ungefähr gleiche Menge Wasser, rührt beide Theile tüchtig durcheinander und setzt dann diese Mischung zum Mörtel, mit welchem dieselbe dann schnell und tüchtig durchgearbeitet und sofort verbraucht werden muss, weil sonst der Gipsmörtel im Kalkkasten schon bindet und ein weiteres Aufrühren unter Nachschütten von Wasser oder auch ohne dasselbe die Bindekraft des Mörtels im höchsten Grade schwächt. Wieder aufgerührter, schon gebunden gewesener Gipsmörtel ist nichts mehr wert, weil er seine Bindekraft ganz verloren hat; auch selbst unter Zusatz von frischem Gips erhält der Mörtel nicht seine gehörige Bindekraft wieder, sondern er bleibt bis zu einem gewissen, wenn auch nur geringem Grade immer im Zustande der Auflösung. Es ist daher jedenfalls vorzuziehen, ein solches Gemenge wegzuwerfen.

Nach *Triest*'s Angaben (s. dessen Berechnung der Baukosten) nimmt man zum Mörtel für Mauerwerk auf 15 Kubikfuss Mörtel 3 Kubikfuss Gipsmörtel und 12 Kubikfuss Kalkmörtel. Zum Putzmörtel nimmt man gewöhnlich $^1/_4$ Gipsmörtel und $^3/_4$ Kalkmörtel.

Was die Menge des Wassers betrifft, welche zum Einrühren des Gipses gebraucht wird, so kann diese verschieden sein, ohne dass dadurch die Bindekraft des Gipses zerstört wird, jedoch ist dabei zu berücksichtigen, dass die

Festigkeit des Gipses durch eine grössere Menge Wasser jedenfalls beeinträchtigt wird, und die eingerührte Masse unter Anwendung von weniger Wasser nach dem Binden eine grössere Festigkeit erhält als im entgegen gesetzten Fall. In manchen Fällen ist man jedoch gezwungen, den Gipsbrei dünner anzurühren, und namentlich in solchen Fällen, wenn die Masse zum Vergiessen von Fugen und Topfgewölben, sowie zur Fertigung von Gussarbeiten angewendet werden soll. In diesem Falle nimmt man gewöhnlich auf 4 Gewichtstheile Gips 3 Gewichtstheile Wasser, wo man dagegen in anderen Fällen auf 8 Gewichtstheile Gips 5 Gewichtstheile Wasser nimmt. Um den Gips noch fester erhärten zu machen, löst man etwas Alaun in Wasser auf und setzt dieses dem Gipse zu, wodurch derselbe aber etwas blau gefärbt wird, was jedoch in den wenigsten Fällen nachtheilig sein möchte.

Man verwendet den Gips auch mit einem Zusatz von Sand; in diesem Falle darf aber nur ganz reiner und durchaus nicht zu grober Sand als Zusatz genommen werden. Statt des Sandes kann man auch fein zerstossenen todtgebrannten Gips dem gutgebrannten gepulvertem Gipse beimengen. Man nimmt dann auf zwei Theile Gips einen Theil Sand. Ein solcher Gipsmörtel darf aber nur im Trocknen oder für Wandflächen im Innern der Gebäude angewendet werden.

Will man das Erhärten des Gipsmörtels verzögern, wie dieses namentlich bei Herstellung von Gipsmarmor (Stuckmarmor) erforderlich ist, so nimmt man zum Anrühren desselben statt reinen Wassers Leimwasser, wogegen eine Beimengung von etwas Salmiak die Erhärtung wieder beschleunigen soll.

Eine Eigenschaft, welche der Gips noch besitzt, ist, dass wenn der Gipsteig erhärtet, er sich ausdehnt und einen grösseren Raum einnimmt, welcher Raum sich aber wieder verringert, sobald der Gipsteig völlig ausgetrocknet ist. Eine solche Abnahme des Raums ist aber nur bei grösseren Quantitäten bemerkbar.

Während des Frostes darf keine Gipsarbeit ausgeführt werden, es sei denn, dass die Arbeitsräume fortwährend geheizt werden, weil der Gipsteig, sobald das Wasser darin friert, seine Bindekraft gänzlich verliert.

§ 20. Verschiedene Kitte.

Die Anwendung der verschiedenen Kitte beim Bauwesen ist sehr mannichfach; doch niemals werden dieselben, welcher Art sie auch sein mögen, in der Weise und in der Ausdehnung angewendet wie der Mörtel. Die Kitte dienen immer nur als Aushilfe bei kleineren Arbeiten und werden daher auch stets nur in kleineren Mengen verwendet. Nichtsdestoweniger verdienen sie aber immer grosse Beachtung.

Man verwendet den Kitt zu verschiedenen Zwecken, entweder zum Dichten einzelner Ritzen oder Fugen, um zu verhindern, dass Feuchtigkeit eindringe, welche bei Frost sich leicht in Eis verwandelt und die Seitenflächen der Fugen noch weiter auseinander drängen oder gar die vorderen Kanten derselben absprengen könnte; oder man benutzt den Kitt auch, um Eisen in Werkstücken oder Mauertheilen zu vergiessen und zu befestigen, oder um abgestossene Kanten an Werkstücken wieder anzusetzen. In allen Fällen der Anwendung wird der Kitt aber dann erst seinem Zwecke entsprechen, wenn nach dem Erhärten des Kitts seine Anhaftung an die zu verkittenden Flächen wenigstens eben so gross ist, als sein innerer Zusammenhang selbst.

Die Materialien, die man zu den Kitten verwendet, sind verschieden, nach der Beschaffenheit der Körper, deren Vereinigung man bezweckt und nach der Verschiedenheit der äusseren Einflüsse, denen sie widerstehen sollen. Es gibt nun sehr viele Vorschriften zur Herstellung solcher Kitte, es würde aber jedenfalls zu weit führen, wollte man sie alle hier anführen, um so mehr, da unter diesen viele Kitte angegeben sind, die sich durch ihre Brauchbarkeit keineswegs auszeichnen. Es sollen daher hier nur einige der vorzüglichsten und wirklich brauchbaren Kitte angegeben werden.

Zum Ankitten von Steinstücken, die aber später keinen Druck weiter zu erleiden haben, nimmt man fein durchgesiebtes Steinpulver von dem zu kittenden Steine, vermengt dieses innig mit pulverisirtem ungelöschten Steinkalk und rührt diese Mischung mit Eiweiss an; nachdem diese drei Theile dann schnell und innig durch einander gearbeitet sind, bestreicht man die Flächen der zusammen zu kittenden Steinstückchen und drückt diese dann fest aneinander, unter welchem Drucke man sie so lange erhält, bis der Kitt erhärtet ist.

Ein anderer sehr fester Kitt, der denselben Zweck und wol noch besser erfüllt, wird erhalten, wenn man frischen Käse mit gebrannten ungelöschten Steinkalk zu einem Teig zusammen reibt. Solcher Kitt wird auf folgende Art zubereitet:

Man zerreibt den frischen Käse, von welchem die Molke abgepresst ist, auf einem Reibstein und schüttet nach und nach gebrannten ungelöschten, vorher zu einem feinen Pulver zerriebenen Kalk hinzu. Beide Theile werden tüchtig und innig durch einander gerieben, wodurch dann eine zähe und schleimige Masse entsteht, die man sogleich für die zu kittenden Flächen verwenden muss, weil sie schnell erhärtet. Der Kalkzusatz darf im Verhältniss zum Käse nur geringe sein, weil sonst der Kitt zu trocken werden und sich nicht genügend anlegen würde. Das richtige Verhältniss des Kalkzusatzes lässt sich jedoch bei einiger Aufmerksamkeit schon während des Reibens erkennen und zwar dadurch, dass der Kitt die gehörige Konsistenz erlangt hat, wenn er eine gleichartige zähe und schleimige Masse bildet. Diese Beschaffenheit erlangt der Kitt unter einem Kalkzusatz von einem Viertel der eingeriebenen Käsemasse.

Statt der frischen Käsemasse kann man übrigens auch alten mageren Käse anwenden. Man entfernt in diesem Falle die Rinde als nicht tauglich, schneidet den Käse in dünne Scheiben und bringt ihn in siedendes Wasser, worin man ihn so lange mit einem Holzlöffel drückt und bewegt, bis er zu einen zähen, von Wasser abgesonderten Schleimkörper geworden ist. Hierauf wird das Wasser abgegossen und die Käsemasse neuerdings mit siedendem Wasser übergossen, um alle noch darin enthaltenen Salztheilchen aufzulösen und zu entfernen. Nachdem man das Wasser vollständig abgegossen, zerreibt man den Käseschleim auf einem Reibstein und schüttet das Kalkpulver auf, welche beide Theile nun innig durch einander gerieben werden; der daraus erhaltene Kitt ist ebenfalls schnell zu verwenden. Dieser Kitt, wenn er gehörig sorgfältig bereitet ist, wird sehr fest und widersteht sogar der Auflösung im Wasser. Dieser Kitt ist übrigens auch vortheilhaft bei Holzarbeiten zum Verleimen einzelner Stücke zu verwenden.

Die folgenden Kitte, zu welchen Harz oder fette Oele zugemischt werden, dienen mehr dazu, um Fugen zu dichten oder man wendet sie auch als Ueberzug grösserer Flächen an, um diese gegen Durchdringen von Feuchtigkeit zu schützen, und nennt man diese zu letzterem Zwecke zu verwendenden Kitte

insbesondere „Oel-Zemente“. Uebrigens verwendet man derartige Kitte auch zum Ankitten kleinerer abgestossener Steinstückchen.

Es sollen hier nunmehr verschiedene Kitte und Oel-Zemente näher angeführt werden.

Will man abgestossene Stücke von weissem Marmor wieder ankitten, so nimmt man 1½ Loth Mastix, 1 Quentchen Bleiweiss zu einem feinen Pulver zerstossen (oder 6 Gewichtstheile Mastix und 1 Gewichtstheil Bleiweiss), verbindet diese Theile über dem Feuer mit einem Lothe Wachs (oder 4 Gewichtstheile Wachs), sodass also die ganze Masse aus 6 Gewichtstheilen Mastix, 1 Gewichtstheil Bleiweiss und 4 Gewichtstheilen Wachs besteht. Dieser Kitt ist nur im geschmolzenen Zustande zu verwenden.

Zum Ankitten abgestossener Steinstücke verwendet man mehrfach einen Oelkitt (Harzkitt), der aus folgenden Theilen zusammengesetzt wird und zwar aus

> 24 Gewichtstheilen Kolophonium, 3 Gewichtstheilen Wachs, 3 Gewichtstheilen Terpentin, 1 Gewichtstheil Schelllack, 1 Gewichtstheil Mastix, 1½ Gewichtstheilen Schwefel und 8 Gewichtstheilen Steinmehl.

Man schmilzt das Kolophonium, Wachs, Mastix und Schelllack in einer gelinden Hitze zusammen, setzt dann den Terpentin hinzu und zuletzt den gepulverten Schwefel und das Steinmehl. Diese Theile müssen dann tüchtig durch einander gerührt werden, sodass eine vollständige Mischung erhalten wird.

Bei Anwendung dieses Kittes, welcher nur im geschmolzenen Zustande gebraucht werden kann, müssen die zu verkittenden Steinflächen vorher vermittelst Anhaltens glühender Kohlen warm gemacht werden, weil sonst der angebrachte Kitt sofort erstarrt und sich nicht mit den Steinflächen verbindet. Der Kitt wird dann in dem geschmolzenen Zustande an die zusammen zu kittenden erwärmten Flächen angetragen und diese dann fest aneinander gedrückt und unter diesem Druck erhalten, bis der Kitt erkaltet ist.

Ein Kitt der nur zum Dichten von Fugen dienen soll, wird in folgender Weise zubereitet:

Man nimmt 30 Gewichtstheile Kolophonium, 45 Gewichtstheile sehr feinen durchgesiebten Sand und 2 Gewichtstheile englisch Roth; man schmilzt das Kolophonium und schüttet den Sand in kleineren Portionen zu; das englische Roth dient nur zur Färbung des Kitts und wird vorher mit dem Sande vermengt. Statt des Sandes kann man auch sehr vortheilhaft sich des feinen durchgesiebten Ziegelmehls bedienen. Diese Mischung, welche nur im erwärmten Zustande verwendet werden kann, muss im Augenblick der Verwendung tüchtig umgerührt werden, weil der Sand oder das Ziegelmehl sich sehr leicht zu Boden setzt.

Einen anderen Kitt, den man zum Dichten der Fugen benutzen kann, erhält man, wenn man Holztheer in einem Gefässe langsam kochen lässt und während des Kochens nach und nach gepulvertes Ziegelmehl hinzuschüttet und die Mischung während des Eintragens in die Fugen tüchtig umrührt. Der Zusatz des Ziegelmehls muss übrigens so bedeutend sein, dass der Theer beinahe gänzlich damit gesättigt ist. 16 Theile Theer erfordern gemeiniglich 36 Theile Ziegelmehl. Die Festigkeit dieses Kittes wird aber bedeutend grösser, wenn man von dem Ziegelmehl nur einen bestimmten Theil nimmt und den anderen Theil aus an der Luft zerfallenen Steinkalk bestehen lässt, welcher aber vorher fein pulverisirt werden muss, ehe er dem Theer zugesetzt wird.

Dieser Kitt ist undurchdringlich gegen Wasser und liefert derselbe daher ein sehr billiges und vortheilhaftes Material zur Dichtung von Terrassen- und Gewölbemauern und anderen horizontalliegenden Mauerabschnitten. Dieser Kitt eignet sich nicht zum Auskitten einzelner Fugen, sondern mehr zum Abdecken ganzer Flächen und bezeichnet man ihn daher richtiger mit der Benennung „Theer-Zement“.

Einen sehr brauchbaren Oel-Zement erhält man nach *Manger*, s. dessen Hilfsbuch zur Anfertigung von Bauanschlägen, aus einer Mischung von Chamottmehl, Bleiglätte und Leinoel und zwar erfordert ein Kubikfuss Oel-Zement 103 Pfund Chamottmehl, $8^1/_2$ Pfund Bleiglätte und 11 Quart Leinoel.

Das fein durchsiebte Chamottmehl und die Bleiglätte werden zusammen gemischt und das Leinoel in kochendem Zustande dergestalt hinzugegossen und zusammen durchgerührt, dass ein magerer Mörtel entsteht. Die Bereitung darf nur kurz vor der Verwendung geschehen, indem die Erhärtung sehr schnell eintritt. Der Boden, auf welchen der Zement aufgebracht werden soll, kann mit Ziegeln gepflastert oder mit einem Kalkmörtel überzogen sein und wird derselbe vor dem Aufbringen der Masse mit heissem Leinoel getränkt.

Ganz ähnlich ist auch die Zubereitung des *Dihl*'schen Kittes.

Hamelins mastic besteht aus 50 Maass Kieselsand, 50 Maass Kalkmergel und 9 Maass Bleiglätte und Mennige; er wird mit Leinoel aufgetragen und zwar nimmt man auf 1 Zentner Masse 4,1 Quart Oel.

Einen auf Holz fest haftenden Anstrich erhält man ferner, wenn man an der Luft zerfallenen gebrannten Steinkalk mit Leinoel oder Fischthran vermengt.

Zum Auskitten der Steinfugen einer Mauer, welche abwechselnd bald im Wasser und bald im Trocknen ist, wendet man einen Kitt an, welcher zusammengesetzt wird aus

5	Pfund	frischgebrannten und feingepulverten Kalk,
$2^1/_2$	„	Ziegelmehl oder Sandsteinmehl,
$^1/_2$	„	Hammerschlagpulver,
$^1/_4$	„	Manganoxydpulver.

Diese Materialien, welche sämmtlich fein gepulvert und durch einander gemengt werden, werden mit soviel Leinoelfirniss (gekochten Leinoel) als erforderlich ist, zu einem steifen Teig angerührt. Der Teig wird in einem Mörser vermittelst des Stossers so lange durchgeschlagen, bis derselbe eine durchaus gleichförmige Masse bildet, in der kein Gemengtheil unterschieden werden kann. Da nun bei diesem Kitt ein Haupterforderniss die tüchtige Durcharbeitung der Materialien unter einander ist, so ist es jedenfalls zweckmässiger, das Oel nicht auf einmal, sondern nach und nach zuzusetzen; ferner ist aber durchaus erforderlich, dass die Materialien vollkommen trocken sind.

Beim Verkitten des Mauerwerks müssen die Steinfugen völlig trocken sein. Die Fugen werden vor dem Einbringen des Kittes mit gekochtem Leinoel ausgestrichen und der Kitt dann möglichst tief und fest eingedrückt und glatt abgestrichen. Entstehen in den ersten Tagen nach dem Einstreichen des Kitts Risse, so müssen diese mit Oel bestrichen und dann mit einer glatten Kelle oder einem Streicheisen wieder zugerieben werden.

Einen sehr brauchbaren Steinkitt zum Verkitten von Sandsteinfugen erhält man aus 8 Theilen feingepulverter Silberglätte oder Mennige, 3 Theilen Ziegelmehl und 1 Theil Glaspulver oder fein gepulverten Quarz. Diese Theile werden tüchtig unter einander gemengt und das Gemenge wird dann mit Leinölfirniss zu einer nicht zu steifen Masse eingerührt, stark geballt und geknetet und dann in die Steinfugen eingetragen, nachdem diese zuvor mehrere Male mit heissem Leinoel ausgestrichen sind.

Um Eisenwerk in Stein zu befestigen, bedient man sich gewöhnlich oder doch sehr häufig der Methode, dass man das Eisenwerk in das in dem bezüglichen Steine hergestellte Loch einsetzt und den bleibenden Zwischenraum mit geschmolzenem Blei ausgiesst, welches man dann nach dem Erkalten durch

Einschlagen mit einem stumpfen Meissel zu dichten und vollständig zu befestigen sucht. Es ist hierbei aber erforderlich, dass die herzustellenden Löcher in den Steinen nach unten hin weiter gemacht werden, damit die eingegossene Bleimasse als abgekürzte Pyramide sich gegen die Seitenwandungen des Loches pressen kann und hierdurch festgehalten wird. Würde man die Löcher keilförmig einschlagen und zwar nach unten hin enger als nach oben, so würde sich das Eisenwerk mit der umgegossenen Bleimasse dennoch sehr leicht aus dem Steine herausziehen lassen, wodurch aber dann der beabsichtigte Zweck verloren sein würde. Um aber auch im ersteren Falle das Herausziehen des Eisens zu verhindern, ist es notwendig, dass der Eisenkloben, soweit derselbe in den Stein hineinreicht, eingekerbt werde, in welche Kerben dann das eingegossene Blei eindringt und hierdurch nach dem Erkalten desselben ein Herausziehen des Eisens verhindert. Bei grösseren Arbeiten, wo es auf die Festigkeit der Verbindung sehr erheblich ankommt, darf man immer nur diese Art der Befestigung anwenden.

Untauglich zum Ausgiessen der Löcher bei diesen Arbeiten ist geschmolzener Schwefel, welcher dennoch häufig angewendet wird. Dieser leistet nur sehr geringen Widerstand und bröckelt bei geringen Erschütterungen und Bewegungen sehr leicht los.

Eine andere, noch viel mangelhaftere und dennoch vielfach angewendete Methode des Vergiessens von Eisenwerk in Steinen, besteht darin, dass man den Zwischenraum zwischen Eisen und Stein mit Gips ausgiesst, welchem man, um die Verbindung vermeinentlich noch fester zu machen, Eisenfeilspähne zusetzt, welche im Gips oxydiren und dadurch derselbe für den Augenblick noch mehr ausdehnt. Auf die grossen Nachtheile, die hieraus hervorgehen, ist schon im vorhergehenden Paragraph genügend aufmerksam gemacht.

Ein zum Zweck des Vergiessens sehr vortheilhaft anwendbare Mischung erhält man, wenn man einen Theil hydraulischen gepulverten Kalk, zwei Theile Ziegelmehl und einen halben Theil Eisenpfeilspähne nimmt, diese Theile gehörig unter einander mischt und dann mit Wasser zu einem steifen Brei umrührt, mit welchem man die Löcher füllt, nachdem man dieselben vorher angefeuchtet hat. In diese Füllung wird dann das Eisen eingetrieben und die Mischung von allen Seiten dicht angestrichen.

Statt des hydraulischen Kalks und des Ziegelmehls kann man ebenso vortheilhaft den Portland-Zement anwenden, welcher noch schneller erhärtet und jedenfalls noch fester wird. Die in den Kitt eingemengten Eisentheilchen oxydiren, indem sie mit dem Kalk in Berührung kommen und bilden dann, da sie in diesem Zustande zur Festigkeit des Kittes beitragen, mit diesem gleichsam einen natürlichen festen Eisenstein.

Viertes Kapitel.

Von den Mauern.

§ 21. Allgemeines.

Eine Mauer ist ein Körper, der aus vielen einzelnen Steinen zusammengesetzt ist und entweder nur zur Begrenzung abgeschlossener Räume oder zur Unterstützung (zum Tragen) von Balkenlagen und Dächern, oder zu beiden Zwecken gleichzeitig bestimmt ist.

Die Bezeichnung „Mauer“ wird nicht selten auch mit der Bezeichnung „Wand“ verwechselt, indem man häufig Umfangswände und innere Scheidewände statt Umfangsmauern und innere Scheidemauern sagt; oder man spricht auch von einer Feuerwand statt Feuermauer. Diese Verwechselung ist aber stets unrichtig, indem zwischen Mauer und Wand jedenfalls ein erheblicher Unterschied stattfindet.

Eine Mauer besteht immer nur aus gleichartigen unverbrennlichen Materialien, natürlichen oder künstlich hergestellten Steinen, die durch irgend ein ebenfalls unverbrennliches Bindematerial zu einem massiven Ganzen mit einander verbunden werden. Eine Wand hingegen besteht aus ungleichartigen Theilen, als aus Holz und Steinen, welche Theile zwar so mit einander verbunden werden, dass sie fest zusammenhalten, aber niemals den innigen Zusammenhang erreichen und kein massives Ganze ausmachen, indem die eigentliche Wand aus zusammengezimmerten Hölzern besteht, deren offene Felder mit Steinen ausgemauert oder bei ganz untergeordneten Gebäuden auch mit Lehmstaken ausgefüllt werden. Eine solche Wand heisst im Allgemeinen „Fachwerkswand“ oder auch insbesondere, wenn die Felder mit Steinen ausgemauert sind „Ständerwerksmauer oder Fachwerksmauer oder auch einzeln Steinfachwerk“ im Gegensatz zu einer Brandmauer oder massiven Mauer.

Die Mauern werden aus natürlichen oder künstlich hergestellten Steinen (Ziegelsteinen), wie schon erwähnt, hergestellt und kann man in Beziehung darauf, je nach der Verwendung und der Bearbeitung der Steine, vier Hauptarten von Mauerwerk unterscheiden.

Werden nämlich die natürlichen Steine zu regelmässigen Werkstücken bearbeitet und besteht die daraus aufzuführende Mauer in ihrer ganzen Stärke aus solchen Werkstücken, so heisst das Mauerwerk „Quadermauerwerk“.

Werden dagegen die natürlichen Steine nur mit der Picke oder mit dem Mauerhammer notdürftig zugerichtet und im Allgemeinen so zu dem Mauerwerk verwendet, wie sie gebrochen sind, so nennt man das daraus aufgeführte Mauerwerk „Bruchsteinmauerwerk“.

Verwendet man zur Aufführung einer Mauer nur künstlich hergestellte Steine (Ziegelsteine), so heisst das Mauerwerk „Ziegelsteinmauerwerk“ oder schlechtweg „Ziegelmauerwerk“. Es wird auch der Ausdruck „Backsteinmauerwerk“ gebraucht.

Die vierte Art von Mauerwerk besteht darin, dass man Ziegel- oder Bruchsteinmauerwerk bei der Aufführung an der Aussenseite mit regelmässigen bearbeiteten Werkstücken verblendet. Ein solches Mauerwerk heisst „gemischtes Mauerwerk“.

Man könnte auch noch eine fünfte Art von Mauern anführen, nämlich die Lehmsteinmauern; allein da die Lehmsteine ebenfalls geformte und dann getrocknete, also auch künstlich hergestellte Steine sind, so gilt das später bei den Ziegelsteinmauern in Betreff des Verbandes namentlich Anzuführende auch theilweise hierbei und soll, wo es dann erforderlich erscheint, das Nötige bei der weiteren Gelegenheit angeführt werden.

§ 22. Von den Mauern insbesondere.

Wie bereits oben angeführt, besteht eine Mauer aus vielen einzelnen Steinen, die entweder durch Mörtel oder durch irgend ein anderes Verbindungsmaterial mit einander verbunden werden. Sollen aber diese an- und aufeinander gelegten Steine unter sich gehörig verbunden bleiben, so ist eine Hauptbedingung die Herstellung des sogenannten „Verbandes“ der Steine unter sich.

Der Steinverband besteht zunächst hauptsächlich darin, dass bei je zwei auf einander liegenden Schichten, die lothrechten Fugen der einen Schicht nicht mit den lothrechten Fugen der anderen Schicht zusammentreffen, sondern, dass die lothrechten Fugen der einen Schicht durch die Steine der zweiten Schicht stets vollständig gedeckt werden und wo möglich auf die Mitte dieser Steine treffen; denn würde man die Steine in lothrechten Reihen ohne weiteren Verband dicht neben einander mit dazwischen gelegtem Mörtel aufschichten, so würde man durchaus kein verbundenes Mauerwerk erhalten, sondern es würde dasselbe aus so vielen einzelnen Pfeilern bestehen, als man lothrechte Reihen neben einander aufgestellt hätte, die aber keineswegs durch den zwischen gegebenen Mörtel irgendwie verbunden werden würden. Um aber eine solche Verbindung genügend zu erhalten, ist eine Wechselung der lothrechten Fugen durchaus erforderlich und muss, um ein solides Mauerwerk herzustellen, diese Wechselung der Fugen nicht nur auf der äusseren Fläche stattfinden, sondern es ist auch notwendig, dass die an der äusseren Fläche sichtbaren lothrechten Fugen in der betreffenden Schicht immer durch die ganze Stärke der Mauer gehen, sodass nicht nur äusserlich, sondern auch im Innern des Mauerwerks eine regelmässige Wechselung der lothrechten Fugen stattfindet. Diese Bedingungen können jedoch nur bei Anwendung regelmässig geformter oder bearbeiteter Steine erfüllt werden.

Diese lothrechten Fugen nennt man die „Stossfugen“. Die horizontalen Fugen oder diejenigen Fugen, welche mit der Lagerfläche des Steins zusammentreffen, nennt man die „Lagerfugen“. Gewöhnlich aber nennt man diese letzteren einfach „Fugen“ und wenn man von der Stärke der Fugen spricht, so versteht man darunter immer nur diese Lagerfugen.

Zur Herstellung eines guten Mauerverbandes gehört nun notwendig eine regelmässig durchgeführte Anordnung der Lager- und Stossfugen in den einzelnen Schichten. Bei regelmässig geformten Steinen, als bei behauenen Quadersteinen oder bei Ziegelsteinen lässt sich ein richtiger Verband bei einiger Aufmerksamkeit leicht einhalten, weil schon die äussere Form der Steine dazu hergerichtet wird oder ist; dagegen beim Bruchsteinmauerwerk lässt sich ein regelmässiger Verband niemals erreichen, indem bei diesem Mauerwerk eine Menge Fugen entstehen, die nach allen Richtungen laufen, denn die Steine werden hierbei in der rohen gebrochenen und unregelmässigen Form, wie sie aus dem Steinbruche kommen, vermauert und wird nur das Haupt des Steines

oder die äussere sichtbar bleibende Fläche desselben etwas zugerichtet. Man erhält daher auch hier keine regelmässig durchlaufende Schichten, weder nach der Länge noch nach der Stärke der Mauer.

Man unterscheidet bei jedem Mauerwerk, welches aus regelmässig zugehauenen oder überhaupt regelmässig geformten Steinen hergestellt wird, „Binder oder Strecker" und „Läufer".

Die Binder oder Strecker sind diejenigen Steine, welche tiefer in die Mauer eingreifen, als ihr Haupt oder die äussere sichtbar bleibende Fläche des Steins lang ist. Läufer nennt man dagegen diejenigen Steine, deren Haupt oder äussere sichtbar bleibende Fläche länger ist, als der Stein in die Mauer eingreift. Hat der Stein, welcher als Strecker oder Binder gilt, eine solche Länge, dass er durch die ganze Mauer reicht und sowol an der Vorderseite als auch an der Rückseite der Mauer sichtbar ist, also zwei Häupter erhält, so heisst derselbe ein „Durchbinder".

Auch bei den aus unregelmässigen Bruchsteinen aufgeführten Mauern ist zur Herstellung des Verbandes die Anordnung von Bindern und Läufern durchaus notwendig.

In den folgenden Paragraphen sollen nun die verschiedenen Arten von Mauerwerk näher besprochen und durch Beispiele näher erklärt werden. Da aber die Mauern aus Ziegelsteinen jedenfalls die allgemeinste Anwendung finden, so sollen diese zunächst behandelt werden.

§ 23. Die Ziegel- oder Backsteinmauern.

Bei Aufführung der Mauern aus Ziegelsteinen ist es nicht allein der Mörtel, wodurch eine Verbindung der Steine unter sich zu einer Mauer erhalten werden kann, sondern es ist notwendig auch darauf zu sehen, dass dabei eine im Ganzen zweckmässige Anordnung der Steine unter einander hergestellt werde und zwar dergestalt, dass die Steine in horizontalen durchstreckenden Lagen auf einander und in den einzelnen Lagen wieder so neben einander gelegt werden, dass die vertikalen Fugen oder Stossfugen zweier auf einander folgenden Schichten niemals auf einander treffen. Diese Anordnung der auf einander gelegten horizontalen Schichten mit abwechselnden Stossfugen heisst, wie auch schon im vorigen Paragraph erwähnt wurde, der „Verband" oder „Steinverband".

Da nun die Form der Ziegelsteine der Art ist, dass sich ihre Breite zur Länge immer wie 1 : 2 verhält, so lässt sich der Steinverband nur dadurch erreichen, dass man in den bezüglichen Schichten auch einzelne Steinstücke verwendet, wodurch dann in den weiteren Schichten eine Verwechselung der Stossfugen erhalten werden kann. Man wendet zu dem Ende Dreiquaderstücke, halbe Steine und Quartierstücke an.

Dreiquartierstücke nennt man solche Ziegelstücke, welche Dreiviertel von der Länge eines ganzen Steines haben. Steinstücke, welche aber kleiner als die Hälfte der Länge eines ganzen Steins sind, heissen gewöhnlich Quartierstücke.

Man hat, wie schon in § 9 angeführt wurde, drei verschiedene Formen von Ziegelsteinen, die aber trotz des vorgeschriebenen Normal-Formats jedenfalls noch längere Zeit werden beibehalten bleiben. Diese verschiedenen Arten der Ziegelsteine waren, die sogenannten 12zölligen oder Fusssteine, die 11zölligen und die 10zölligen Mauersteine.

Die erste Art oder die sogenannten Fusssteine waren gewöhnlich $11^1/_4$ bis $11^1/_2$ Zoll lang, $5^1/_2$ bis $5^9/_{16}$ Zoll breit und $2^7/_8$ bis 3 Zoll dick.

Die zweite Art oder die 11zölligen Steine waren gewöhnlich $10^1/_4$ bis $10^1/_2$ Zoll lang, 5 Zoll breit und $2^1/_2$ bis $2^3/_4$ Zoll dick.

Die dritte Art oder die 10zölligen Steine waren gewöhnlich $9^1/_4$ Zoll lang, $4^1/_2$ Zoll breit und höchstens $2^1/_2$ Zoll dick.

Das Normal-Format für Ziegelsteine ist, wie auch schon oben angeführt wurde, nunmehr zu 25 Zentimeter Länge, 12 Zentimeter Breite und 6,5 Zentimeter Dicke.

Es beträgt sonach bei einem richtig geformten Ziegel die Breite soviel weniger als die halbe Länge des Steins, dass zwei Steinbreiten mit Hinzurechnung der Stossfuge eine Steinlänge ausmachen. Dieses Verhältniss wird aber nicht immer ganz genau auf den Ziegeleien eingehalten und kann man selbst aus einem und demselben Steinbrande oft Ziegel erhalten, bei denen obige angegebene Verhältnisse nicht in dem erforderlichen Maasse vorhanden sind. Dieser Uebelstand rührt dann nicht selten daher, dass der Thon entweder etwas feuchter oder etwas trockner verarbeitet wurde, wo dann im ersteren Falle die daraus geformten Steine beim Trocknen und Brennen mehr schwinden als im letzteren Falle. Unter solchen Umständen muss man sich dann dadurch helfen, um einen richtigen Verband einzuhalten, dass man die Stossfugen, je nachdem es erforderlich ist, entweder etwas grösser oder etwas kleiner macht.

Es ist oben im Allgemeinen schon angedeutet, was bei Anordnung des Steinverbandes zu berücksichtigen ist; nichts desto weniger sollen diese Angaben hier noch einmal in folgenden praktischen Regeln, die allgemein bei jeder Art des Verbandes eine unbedingte Anwendung finden, im Zusammenhange angeführt werden.

1. Die einzelnen Ziegelsteine in den verschiedenen wagerechten Schichten müssen immer so gelegt werden, dass die Stossfugen zweier unmittelbar auf einander liegender Schichten niemals zusammentreffen, sondern die Stossfugen in der einen Schicht immer durch die Steine der zunächst darüber befindlichen Schicht gedeckt werden.

2. Die Stossfugen müssen in jeder einzelnen Schicht unter Berücksichtigung der ersten Regel immer durch die ganze Dicke der Mauer durchgehen.

3. Bildet die Mauer eine Ecke, so müssen die Steine in der einen Fronte in einer Schicht nach der Länge der Mauer gelegt werden, während sie in der anderen Fronte in derselben Schicht nach deren Dicke zu liegen kommen, oder mit anderen Worten ausgedrückt, — diejenige Schicht, welche in der einen Mauerfronte eine Luftschicht wird, muss in der anderen Fronte eine Strecker-, Kopf- oder Binderschicht werden —.

Die Stärke der Mauern richtet sich im Allgemeinen nach dem Zwecke, zu welchem die aufzuführende Mauer dienen soll. Man hat Mauern von der Stärke eines halben Steins; ferner solche von 1 Stein Stärke, $1^1/_2$, 2, $2^1/_2$, 3 Steinen Stärke u. s. w. Wenn nun auch, wie eben vorher angeführt ist, allgemeine Regeln zur Herstellung des Verbandes aufgestellt werden, so ist doch in den verschiedenen Fällen, die in der Ausführung vorkommen, die

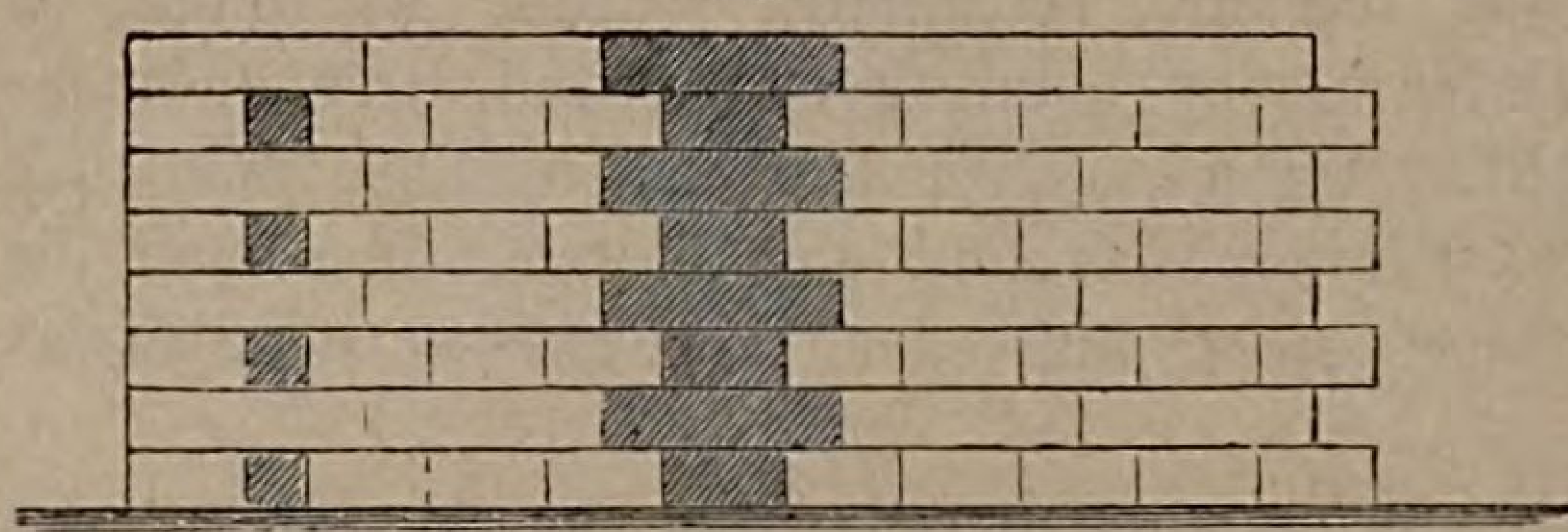
Anordnung selbst nicht immer dieselbe und sollen daher zur besseren Erklärung hier verschiedene darauf bezügliche Beispiele näher angeführt werden.

Ehe aber zur weiteren Erklärung dieser verschiedenen Beispiele übergegangen wird, sind vorab noch der sogenannte „Blockverband" und der „Kreuzverband" näher in Betracht zu ziehen. Beide Verbände erhält man zwar durch die regelmässige Abwechslung einer Läuferschicht mit der Binderschicht, aber dennoch sind sie verschieden.

Es sei hier noch vorab bemerkt, dass in jeder 1 Stein und darüber starken Mauer die regelmässige Abwechslung von Läufer- und Binderschichten zur Erhaltung des Verbandes in Betreff der Dicke der Mauer durchaus notwendig ist.

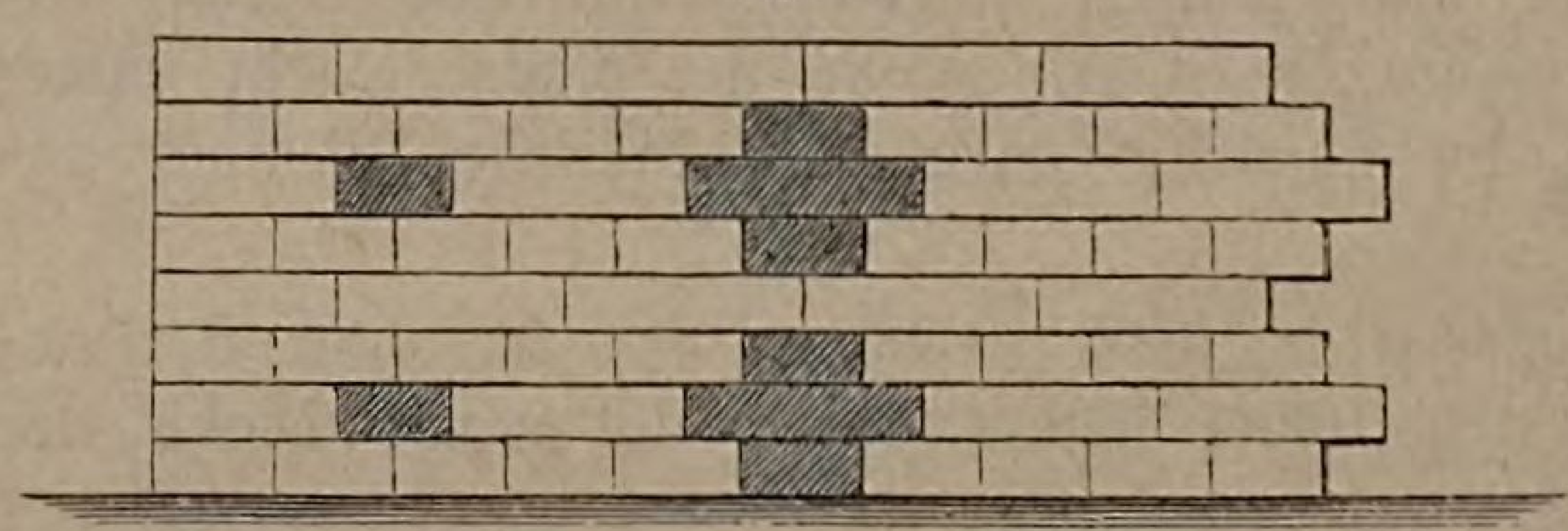
Den Blockverband erhält man, wenn in einer Mauer eine Läuferschicht mit einer Binderschicht so nach der Höhe abwechselt, dass die Stossfugen der ersten Schicht mit denen der dritten Schicht, diejenigen der zweiten Schicht mit denen der vierten Schicht und so weiter, immer zusammen treffen, d. h. dass die Stossfugen dieser bezüglichen Schichten immer lothrecht über einander stehen. Da nun von einer Läuferschicht an gerechnet, jede dritte, fünfte u. s. w. Schicht wieder eine Läuferschicht ist, so folgt daraus, dass bei dem Blockverbande die Stossfugen sämmtlicher Läuferschichten lothrecht über einander stehen, wie dieses auch aus beistehender Figur 1 leicht ersichtlich ist.

Figur 1.



Beim Kreuzverband tritt aber noch eine Wechselung der Stossfugen in den Läuferschichten ein, und zwar in der Art, dass die Stossfugen der zweiten, sechsten u. s. w. Schicht, welche hier die Läuferschichten sind, ferner die Stossfugen der ersten, dritten, fünften u. s. w. Schicht, welche Binderschichten sind, und die Stossfugen der vierten, achten u. s. w. Schicht, welche wieder Läuferschichten sind, jedesmal lothrecht über einander stehen, wie aus beistehender Figur 2 wieder ersichtlich ist.

Figur 2.



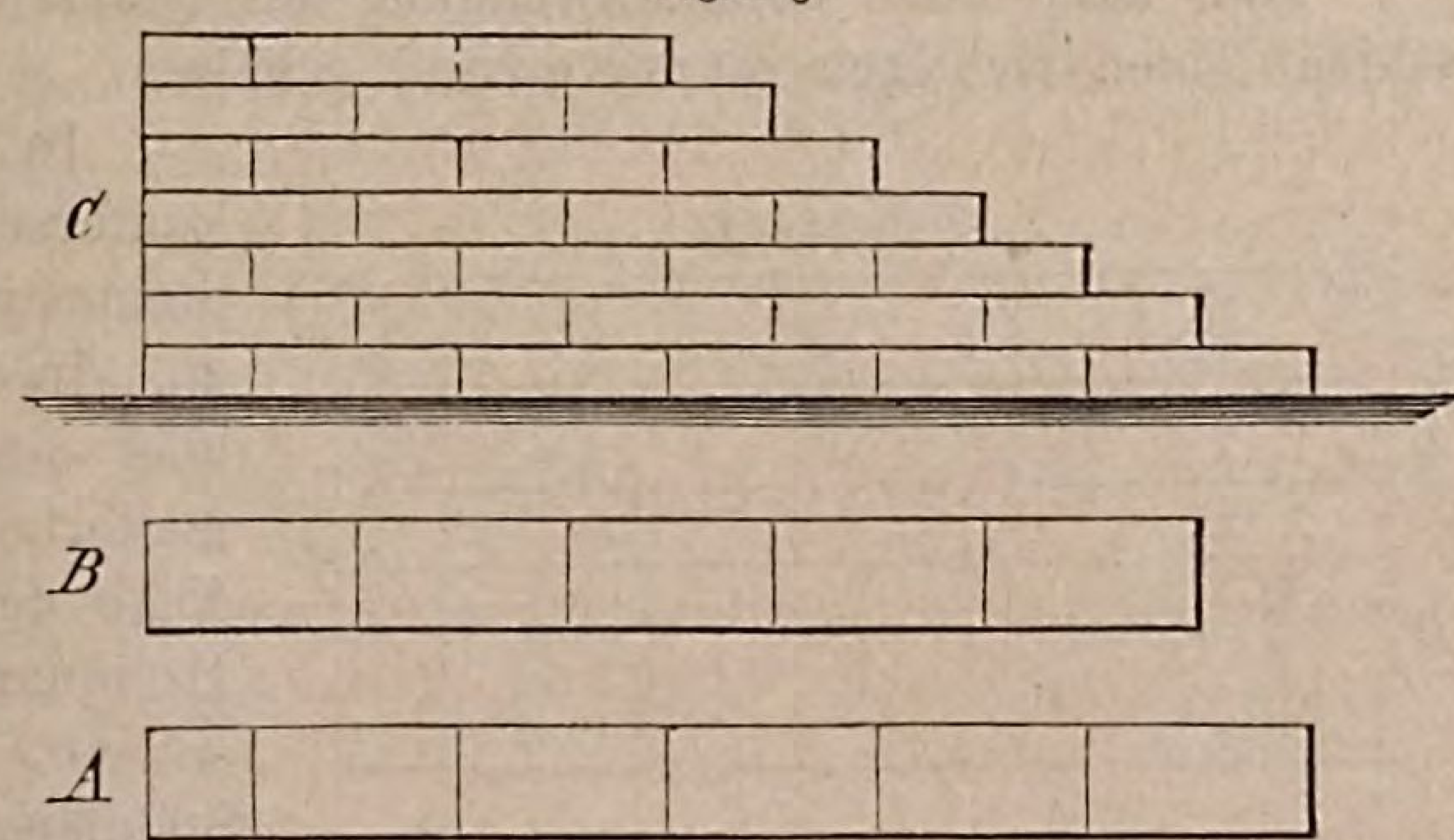
Aus der Vergleichung beider Figuren mit einander ist schon leicht erkennbar, dass der Kreuzverband jedenfalls den Vorzug vor dem Blockverband verdient, weil bei dem Kreuzverbande ausser der Wechselung der Stossfugen in den Läufer- und Binderschichten, auch noch eine regelmässig wiederkehrende Wechselung der Stossfugen in den Läuferschichten stattfindet, wodurch der Längenverband der Mauer jedenfalls verstärkt wird.

Um einen solchen Kreuzverband herzustellen, muss man, da die Stossfugen der zweiten, sechsten u, s. w. Läuferschicht lothrecht über einander stehen, zur Wechselung der Stossfugen mit der vierten, achten u. s. w. Läuferschicht in den zuerst erwähnten Läuferschichten jedesmal unmittelbar an den

Läufer an der Ecke, also hier neben das Dreiquartierstück, ein Kopfstück (einen halben Stein) legen und gegen dieses Kopfstück alsdann wieder ganze Steine als Läufer. Durch diese Anordnung werden dann die übrigen Stossfugen dieser bezüglichen Läuferschichten um die halbe Steinlänge mehr nach rechts geschoben, ohne dass dadurch der Verband aber irgendwie gestört wird. Dagegen in der vierten, achten u. s. w. Läuferschicht werden jedesmal unmittelbar an den Läufer an der Ecke ganze Steine als Läufer gelegt. Die zur Herstellung dieser Fugenwechselung nötigen Kopfstücke sind zur grösseren Deutlichkeit hier dunkel schraffirt.

Es sollen nunmehr verschiedene Beispiele von Steinverbänden näher angeführt werden.

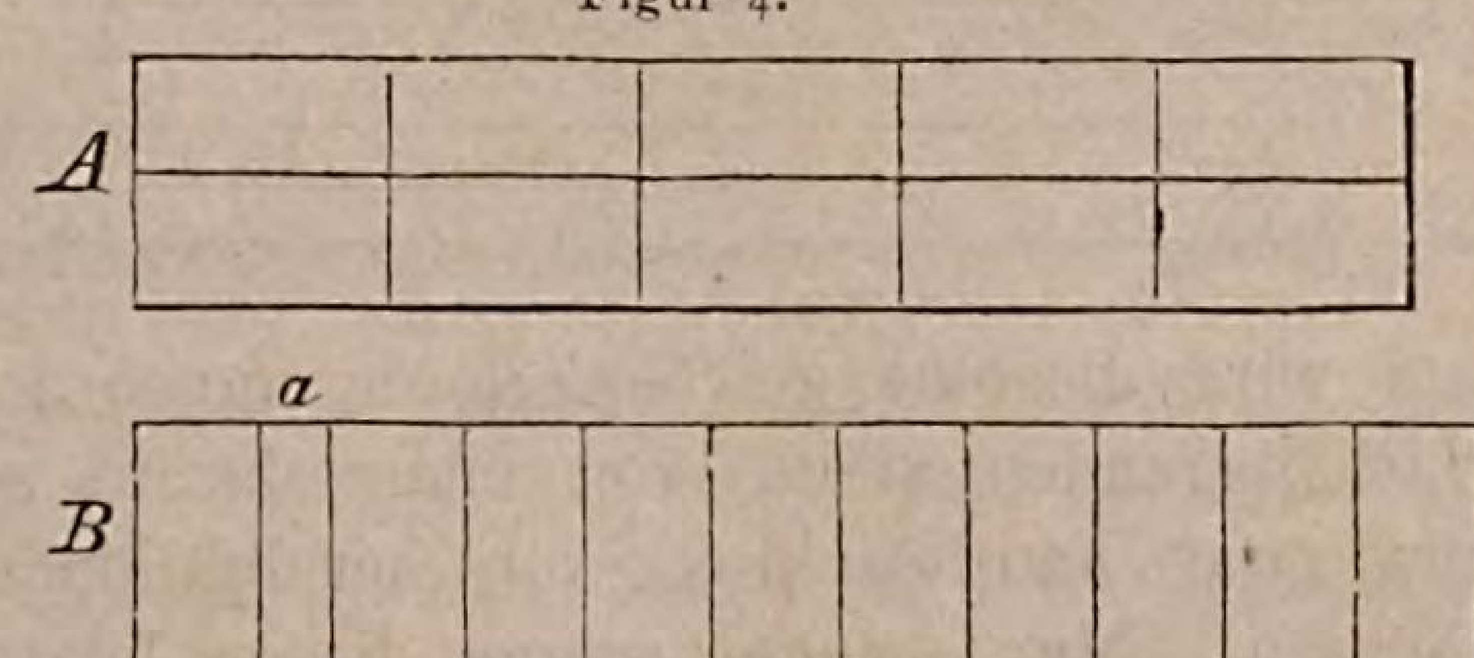
Figur 3.



In den beistehenden Figuren 3 A B C ist der Verband einer ½ Stein starken Mauer angegeben.

Bei einer solchen Mauer hat man nur Läuferschichten, und um hier einen richtigen Verband zu erhalten, fängt man die erste Schicht A an der Ecke mit einem halben Stein an und legt man dann die übrigen Läufer dieser Schicht nach der ausgespannten Schnur gegen. Die zweite Schicht B dagegen fängt an der Ecke mit einem ganzen Stein an, so dass die Stossfuge dieses Läufers auf die Mitte des darunter liegenden Steines trifft. Da nun die übrigen Läufer dieser Schicht ebenfalls ganze Steine sind, so folgt daraus, dass die Stossfugen dieser Schicht immer auf die Mitte der Steine der vorhergehenden Schicht treffen. In C ist die Mauer in der Ansicht angegeben und daraus die Wechselung der Stossfugen ersichtlich. Es stehen hier die Stossfugen der ersten, dritten, fünften u. s. w. Schicht lothrecht über einander und ebenso stehen auch die Stossfugen der zweiten, vierten, sechsten u. s. w. Schicht lothrecht über einander.

Figur 4.



In den beistehenden Figuren 4 A B ist der Verband einer 1 Stein starken Mauer angegeben und zwar ist A die Läuferschicht und B die Strecker-, Binder- oder Kopfschicht.

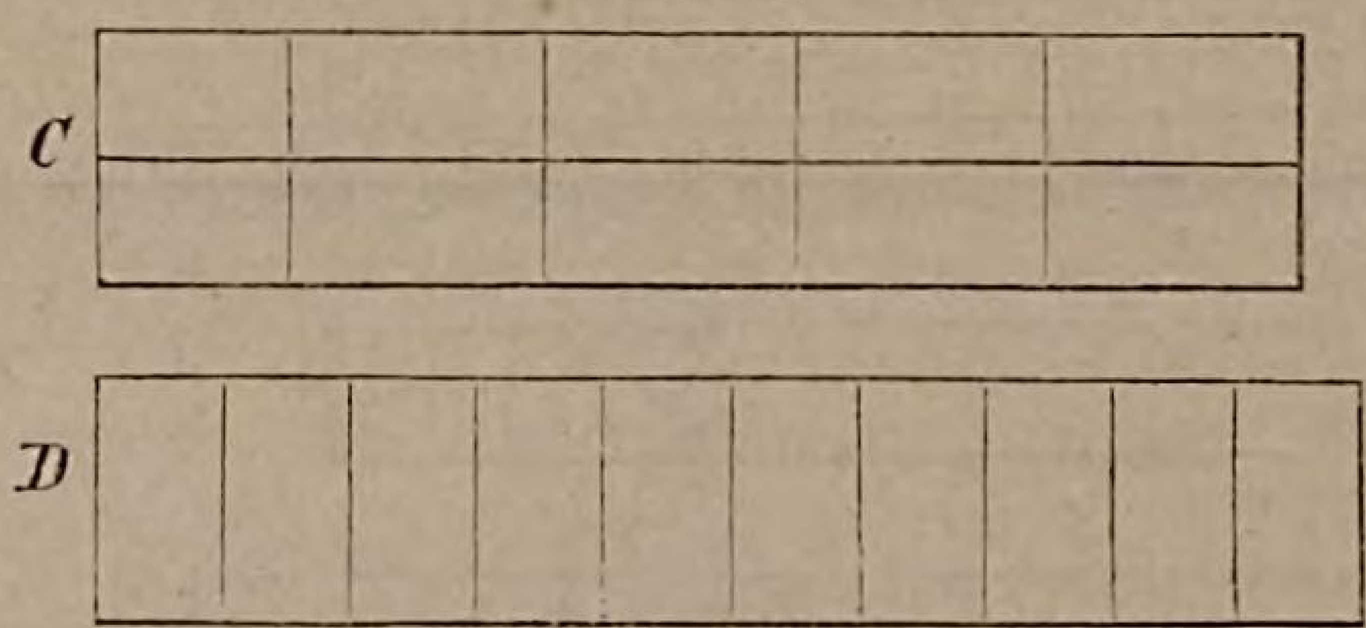
Die Läuferschicht A besteht hier nur aus ganzen Steinen und damit die Stossfugen dieser Schicht jedesmal auf die Mitte eines Streckers in der Streckerschicht B treffen, muss in dieser letzteren Schicht neben dem die Ecke bildenden Strecker ein Quartierstück a gemauert werden, so dass dadurch ¾ der Länge des Läufers an der Ecke von diesen Steinen gedeckt wird. Es bleibt hierdurch dann noch der vierte Theil des Läufers zu decken übrig, welcher Theil nur die halbe Streckerbreite ausmacht; legt man daher an das Quartierstück dann einen Strecker, so deckt derselbe die Stossfuge des Läufers vollständig und greift

noch um seine halbe Breite, also um den vierten Theil des Läufers über diesen letzteren. Legt man dann gegen den eben genannten Strecker einen folgenden, so deckt derselbe den darunter liegenden Läufer soweit, dass wiederum nur noch der vierte Theil des Läufers zu decken übrig bleibt. Der nächstfolgende Strecker deckt alsdann wieder die Stossfuge des Läufers und greift auf den nächsten Läufer um den vierten Theil der Länge desselben.

Diese Anordnung ist aus der oben angegebenen Figur, den Blockverband darstellend, noch mehr ersichtlich, wo die erste, dritte, fünfte u. s. w. Schicht, Streckerschichten mit dem Quartierstück an der Ecke neben dem bezüglichen Strecker sind, und die zweite, vierte, sechste u. s. w. Schicht, Läuferschichten aus ganzen Steinen bestehend sind.

Man kann auch ohne Anwendung des Quartierstückes a in jeder Streckerschicht einen richtigen Mauerverband erhalten.

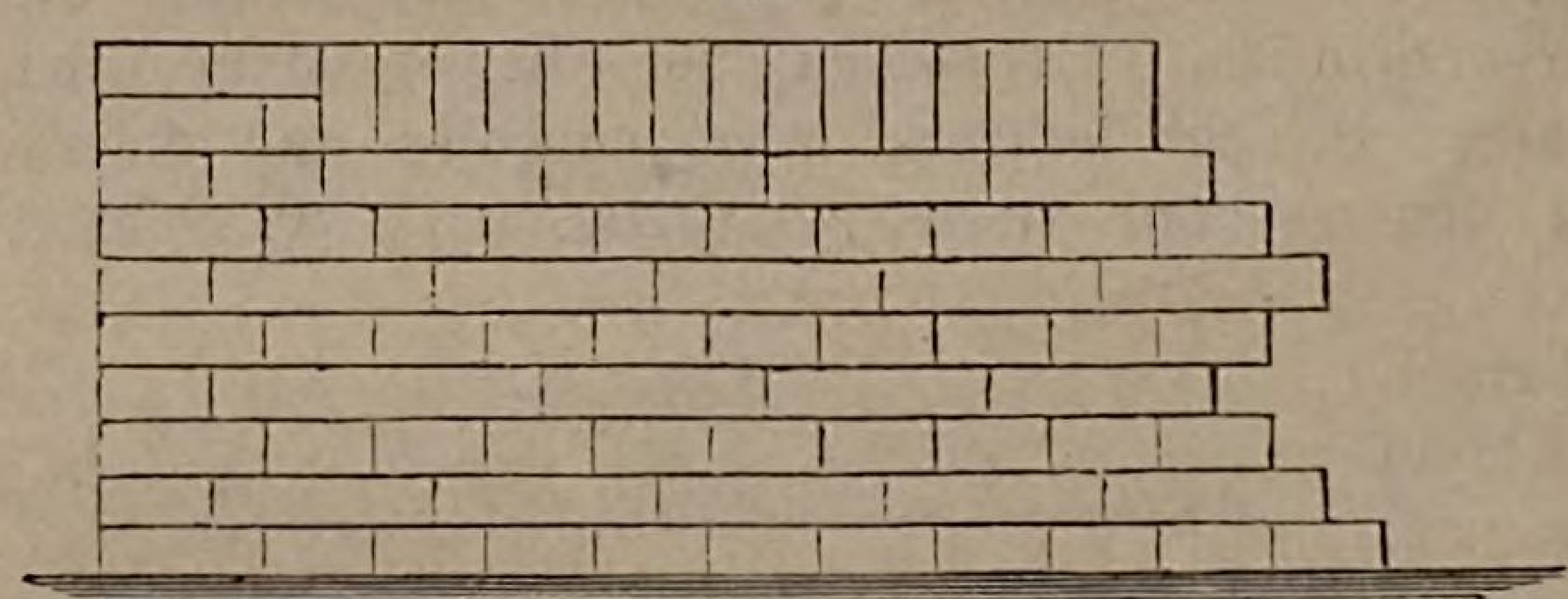
Figur 5.



In diesem Fall legt man in jeder Läuferschicht C statt eines ganzen Steines jedesmal ein Dreiquartierstück an. In der Streckerschicht D werden aber dann nur ganze Steine gemauert. Der erste Strecker an der Ecke deckt das an der Ecke liegende Dreiquartierstück der Läuferschicht soweit, dass nur $^1/_4$ der ganzen Steinlänge oder die halbe Breite eines Streckers übrig bleibt. Der zweite Strecker deckt daher diesen Theil nicht nur, sondern greift noch mit seiner halben Breite auf den zweiten halben Läufer, welcher dadurch bis zu $^1/_4$ seiner Länge gedeckt wird.

Diese Anwendung ist aus der oben angegebenen Figur 5, den Kreuzverband darstellend, noch näher ersichtlich.

Figur 6.

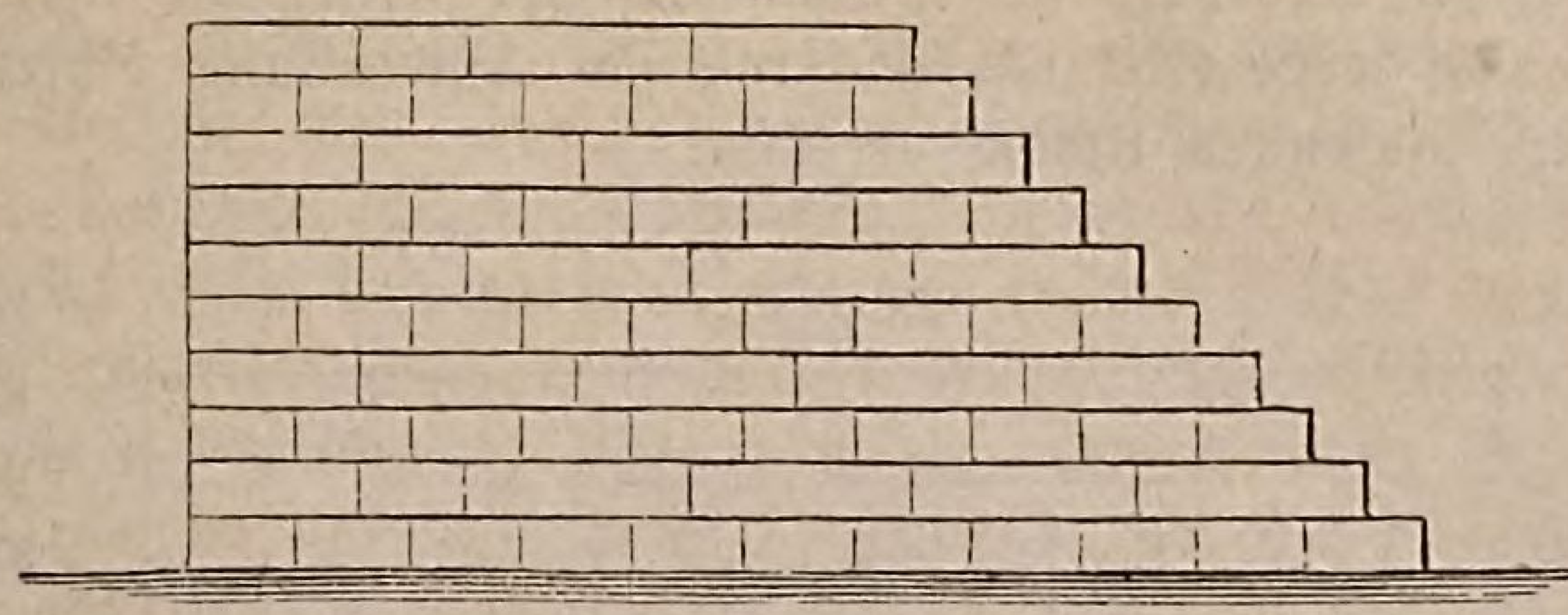


In beistehender Figur 6 ist die Ansicht einer mit einer sogenannten „Rollschicht" abgedeckten Mauer dargestellt.

Eine solche Rollschicht besteht aus einer Reihe neben einander gestellter auf der schmalen Seite stehender Steine, und wird dieselbe gewöhnlich da angebracht, wo zu befürchten ist, dass die glatt liegenden Steine von einer darauf ruhenden Last zerdrückt oder auch und zwar hauptsächlich von herabfallender Feuchtigkeit angegriffen werden könnten. Man wendet wegen dieser letzteren Ursache die Rollschicht daher sehr häufig bei freistehenden Mauern und Giebeln an, bei welchen sie dann die oberste oder Deckschicht bildet. Auch bei den Grundmauern zu Fachwerksgebäuden findet die Rollschicht eine sehr häufige Anwendung.

In der beistehenden Figur 7 ist eine im Kreuzverband aufgeführte Mauer mit auslaufender Verzahnung oder auslaufendem Schrote oder Abtrappung in der Ansicht dargestellt, wo dagegen der Abbruch der oben angegebenen Figuren, den Blockverband und den Kreuzverband darstellend, eine stehende Verzahnung oder ein stehendes Schrot genannt wird.

Figur 7.



Diese Verzahnungen oder Abtreppungen kommen hauptsächlich dann vor, wenn einzelne Mauertheile, als namentlich die Mauerecken vorher aufgeführt werden. Wenn man es dann irgend erreichen kann, so ist die Anwendung der Abtreppung der Mauer jedenfalls vorzuziehen, weil man dagegen mit vollen Kalkfugen erneuern kann, wo sonst beim stehenden Schrot oder Verzahnung die Steine eingesteckt werden müssen.

Figur 8.

A

B



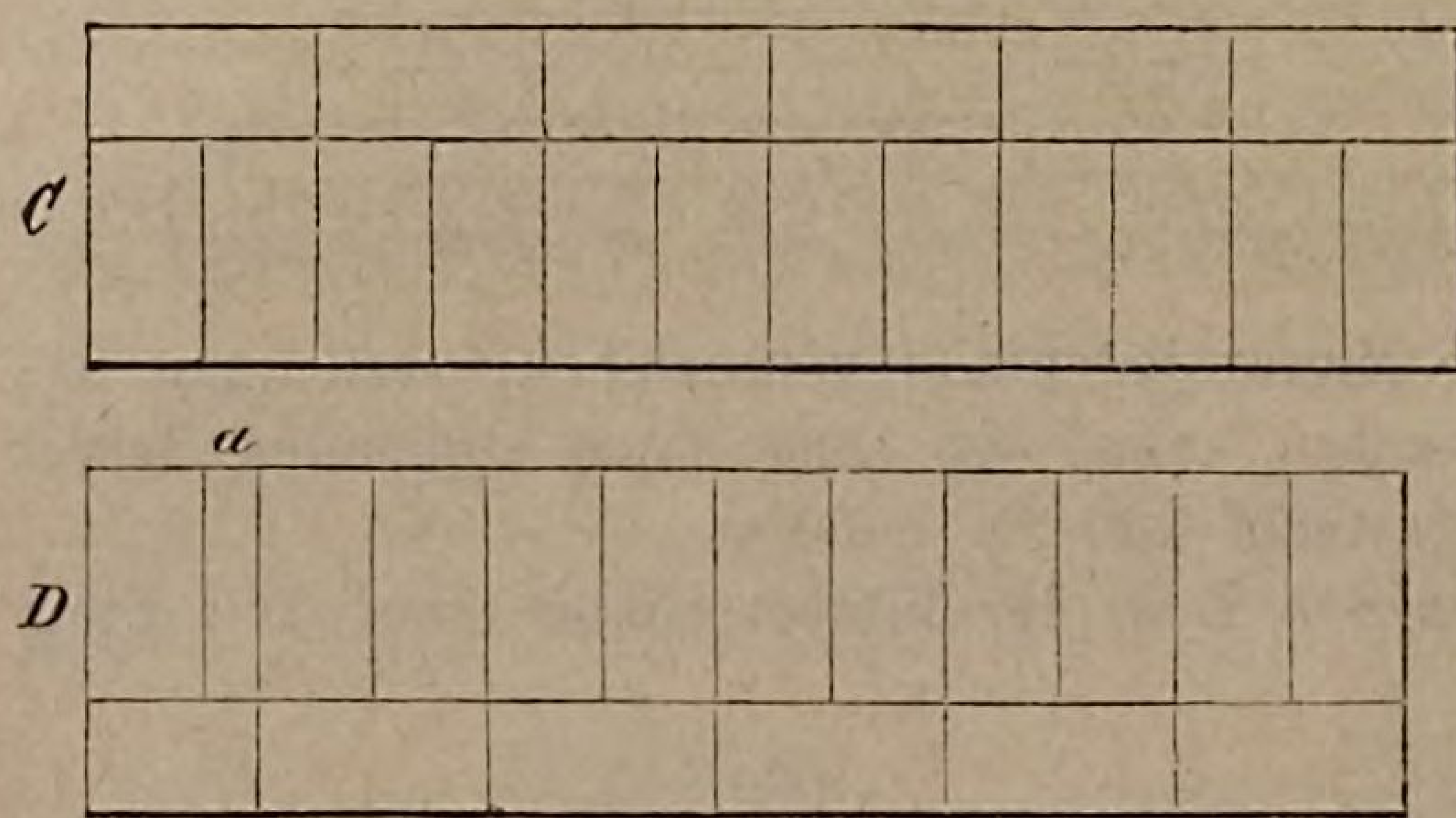
In den beistehenden Figuren 8 A B ist der Mauerverband einer $1^1/_2$ Stein starken Mauer angegeben, und zwar ist in A eine Streckerschicht und in B eine Läuferschicht dargestellt.

Zunächst ist zu bemerken, dass jede einzelne Schicht an der einen Seite aus Streckern und an der andern Seite aus Läufern besteht. Wollte man jede Schicht für sich einmal nur aus Läufern und das anderemal aus Streckern, bestehen lassen, so würden die Strecker jedesmal nur aus Dreiquartierstücken bestehen können, was, abgesehen von dem bedeutendem Materialverlust, dennoch immer einen sehr mangelhaften Verband nach der Dicke der Mauer ergeben würde. Bei dieser Anordnung, wie sie in den Figuren 8 A B angegeben und auch stets zur Ausführung kommt, findet nach der Dicke der Mauer stets eine Deckung der Längsfugen statt und zwar so, dass in jeder folgenden Schicht die einzelnen Steine diejenigen der nächst unteren Schicht in der Länge eines halben Steins decken. Was nun den Verband betrifft, so sind zur Herstellung desselben in der Streckerschicht A an der Ecke nach der Stärke der Mauer drei Dreiquartierstücke neben einander gelegt und gegen diese dann nach der Flucht der Mauer in der vorderen Seite die Strecker und hinter diese an der hinteren Seite die Läufer gelegt, jedoch so, dass die Läufer jedesmal zwei Strecker decken und somit die Stossfugen der Läufer mit den äusseren Stossfugen der bezüglichen Strecker zusammen treffen und also durch die ganze Stärke der Mauer gehen.

In der Läuferschicht B dagegen sind an der Ecke nach der Flucht der Mauer, sowol an der Vorder- als auch an der Hinterseite derselben jedesmal zwei Dreiquartierstücke als Köpfe neben einander gelegt und neben diese dann in der vorderen Flucht die Läufer und in der hinteren Flucht die Strecker, wobei die Anordnung, dass die Stossfugen der Läufer mit denen der bezüglichen Strecker zusammen treffen, ebenso wieder zu berücksichtigen ist, wie bei der vorhergehenden Schicht. Die Dreiquartierstücke in dieser Schicht bilden mit den Steinen der anderen Schicht A insofern Verband, dass die Stossfugen derselben immer auf die Mitte des darunter liegenden Steines treffen. Die zweiten Dreiquartierstücke dieser Schicht B treffen bis auf die Mitte des

ersten Streckers der Schicht A und wird, da nunmehr der Verband an der Ecke hergestellt ist, dadurch bei Anwendung ganzer Steine, dieses auch für die folgenden Steine erreicht.

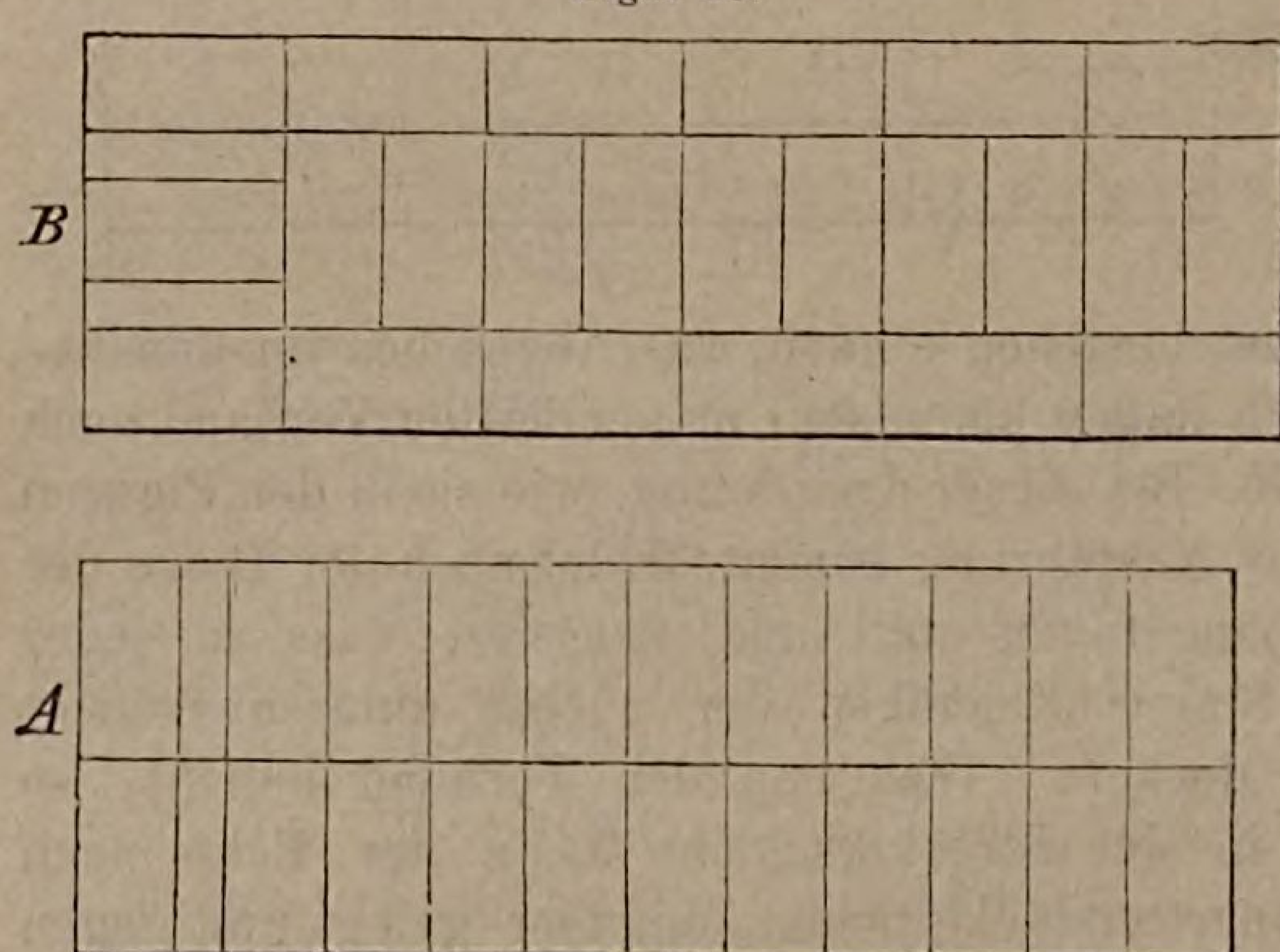
Figur 9.



Statt mit den hier angegebenen Dreiquartierstücken kann man auch den Verband noch in anderer Weise herstellen.

Man legt in der Läuferschicht d an der Ecke ein Dreiquartierstück und dahinter einen Strecker und neben diesem das Quartierstück a, sodass also die Stossfuge des Dreiquartierstücks und des Quartierstücks a eine durchlaufende wird. Diese Stossfuge trifft auf die Mitte des zweiten Streckers der Schicht C, in welcher Schicht aber hinter den Streckern an der Ecke mit einem ganzen Läufer angefangen wird, wodurch dann, wie leicht zu ersehen ist, auch hier der nötige Verband vollständig hergestellt wird.

Figur 10.



In beistehenden Figuren 10 A B ist der Mauerverband einer zwei Steine starken Mauer näher angegeben.

Es ist hier A die Streckerschicht und B die Läuferschicht.

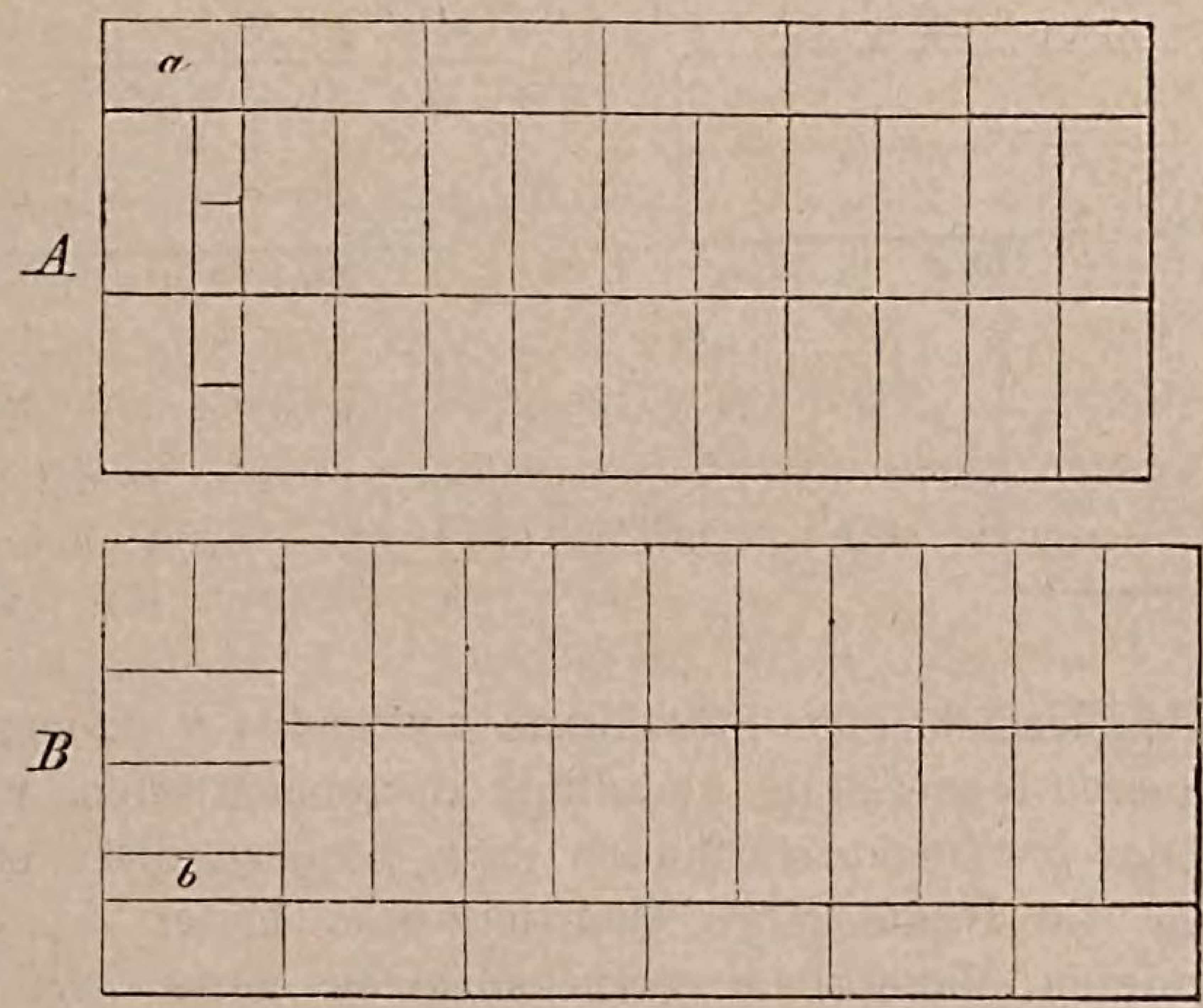
In der Streckerschicht A sind neben den an der Ecke liegenden Streckern Quartierstücke angeordnet und zwar in der ganzen Stärke der Mauer, weil, um einen richtigen Verband einhalten zu können, die Stossfugen einer Schicht immer in einer Linie durch die ganze Stärke der Mauer gehen müssen. Neben diesen Quartierstücken sind dann die ganzen Strecker wieder gelegt.

In B ist die zugehörige Läuferschicht dargestellt. Weil in der Schicht A an beiden Seiten der Mauer Strecker vermauert sind, so müssen in dieser Läuferschicht notwendig an den beiden äusseren Seiten Läufer gemauert werden, zwischen welchen dann im Innern wieder Strecker gemauert werden, um auch eine vollständige Fugendeckung nach der Stärke der Mauer zu erhalten.

Um nun den Verband nach der Länge der Mauer zu erhalten, sind an der Ecke an beiden Seiten zwei ganze Steine als Läufer angelegt, welche bis auf die Mitte der zweiten Strecker der Schicht A treffen. Zwischen beide Läufer ist in der Ansicht der Ecke noch ein Strecker gelegt, parallel mit den beiden Läufern und sind dann die auf beiden Seiten dieses Streckers bleibenden Zwischenräume mit Quartierstücken ausgefüllt. Dieser Strecker deckt die innere mittlere Fuge zwischen den nach beiden Seiten der Mauer gehenden

Strecker der Schicht A. Der dann weiter sich ergebende Zwischenraum zwischen den an den äusseren Seiten der Mauer liegenden Läufern wird mit Streckern ausgemauert, jedoch so, dass zwei neben einander liegende Strecker immer auf einen Läufer passen und die Stossfugen der Läufer mit den äusseren Fugen der zugehörigen Strecker zusammentreffen und somit diese Fugen immer durch die ganze Stärke der Mauer gehen, sodass also der äusserlich sichtbare Mauerverband auch im Innern stattfindet, welche Anordnung in allen Fällen durchaus notwendig ist. Die in dieser Schicht B gelegten inneren Strecker decken die mittlere Fuge der Schicht A und wird somit auch nach der Stärke der Mauer der nötige Verband erhalten.

Figur 11.



In den nebenstehenden Figuren 11 A B ist der Verband einer 2 ½ Stein starken Mauer dargestellt und zwar ist A die Streckerschicht und B die Läuferschicht.

Die Streckerschicht A schliesst an der hinteren Seite mit einer Läuferreihe, wo dagegen die Läuferschicht B an der hinteren Seite mit einer Streckerreihe versehen ist, welches aber nicht anders möglich ist, da eine jede aus ganzen Steinen und einem halben Stein nach der Stärke zusammengesetzte Mauer in jeder Schicht aus Streckern mit einer dagegen gelegten Läuferreihe besteht, wie dieses auch schon bei dem oben dargestellten Verband einer 1 ½ Steine starken Mauer angegeben wurde.

Wollte man diese Anordnung verwerfen und in jeder Streckerschicht auf beiden Seiten die Strecker sichtbar legen und ebenso in jeder Läuferschicht auf beiden Seiten die Läufer, so müsste man bei dieser letzteren Schicht zum Ausmauern des Zwischenraums zwischen den Läufern, um einen Verband nach der Stärke der Mauer zu erhalten, nur Dreiquartierstücke verwenden, wodurch aber einmal kein besserer Verband erhalten, ferner aber ein bedeutender Theil Steinmaterial in Schutt geschlagen würde, indem die vielen hier sich ergebenden Quartierstücke nicht weiter würden verwendet werden können.

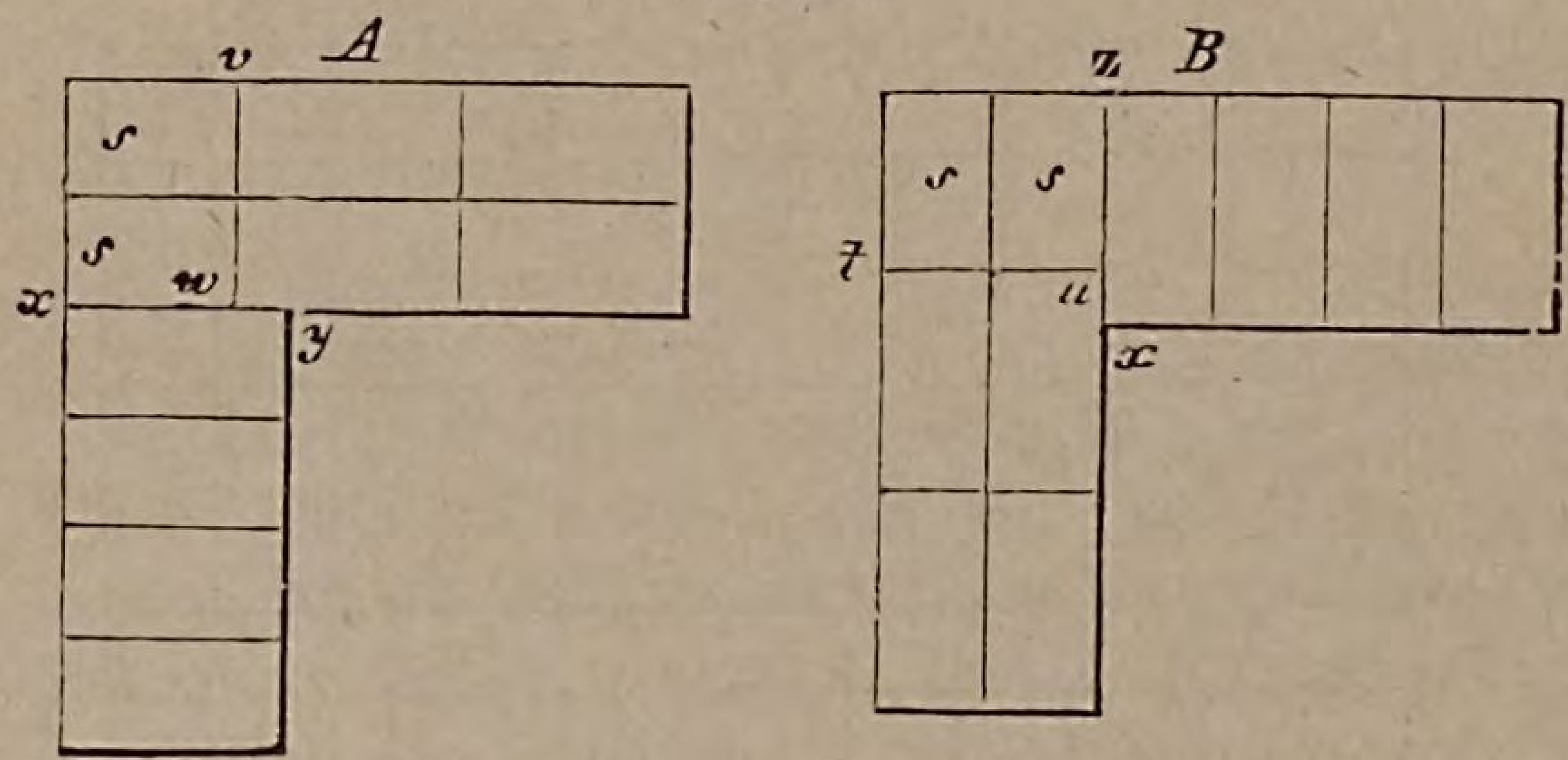
An der Ecke der Streckerschicht A sind zwei Strecker, hinter einander gelegt, angeordnet und daneben eine Reihe Quartierstücke. Um die äussere Stossfuge der Quartierstücke durch die ganze Stärke der Mauer zu erhalten, ist in der hinteren Läuferreihe an der Ecke ein Dreiquartierstücke a vermauert. Von dieser durch die Stärke der Mauer durchstreckenden Fuge ab werden dann immer ganze Steine gegengemauert und zwar so, dass die äussere Fuge des je zweiten Streckers mit der Stossfuge des hinteren Läufers zusammentrifft.

In der Läuferschicht B besteht die vordere Läuferreihe nur aus ganzen Steinen. Hinter dem Läufer an der Ecke ist in der Ansicht derselben ein Quartierstück b angelegt und daneben werden zwei neben einander liegende

Strecker gelegt. An der hinteren Seite der Mauer sind in dieser Schicht an der Ecke zwei neben einander liegende Dreiquartierstücke angeordnet, welche hier als Strecker, dagegen in der Ansicht der Ecke als Läufer erscheinen. Durch diese Anordnung erhält man an der Ecke eine möglichst vollständige Deckung der Stossfugen der nächst unteren Streckerschicht.

Die bisher angeführten Beispiele genügen vollständig, um danach auch den Verband noch stärkerer Mauern herstellen zu können und sollen nunmehr verschiedene Beispiele angeführt werden, in welchen zwei Mauern unter einem rechten Winkel an einanderstossen und hier eine Ecke bilden.

Figur 12.



In beistehenden Figuren 12 A B ist ein Steinverband dargestellt, wobei zwei Mauern von 1 Stein Stärke unter einem rechten Winkel an einander stossen und hier eine Ecke bilden.

Um an der Ecke einen richtigen Verband zu erhalten, muss in Bezug auf die Schicht A von den beiden in der Ecke derselben rechtwinklich gegen einanderstehenden Stossfugen x y und v w immer die eine Fuge x y mit der inneren Mauerkante geradlinig zusammentreffen, während dieses mit der anderen Fuge v w nicht stattfinden darf, sondern diese um eine halbe Steinbreite, also um die Breite eines Quartierstücks hinter die geradlinige Verlängerung der anderen Mauerkante zurückspringen muss. In der Schicht B dagegen trifft dann umgekehrt die Fuge x z mit der inneren Mauerkante in geradliniger Verlängerung zusammen, während die andere Fuge t u um die halbe Steinbreite hinter die betreffende innere Mauerkante eingezogen wird.

Diese Anordnung der Fugen findet nicht nur im vorliegenden Falle Anwendung, sondern sie findet in allen Fällen statt, wo zwei unter einem Winkel gegen einanderstossende Mauern eine Ecke bilden, und gilt sie demnach als allgemeine Regel, die nie ausser Acht gelassen werden darf.

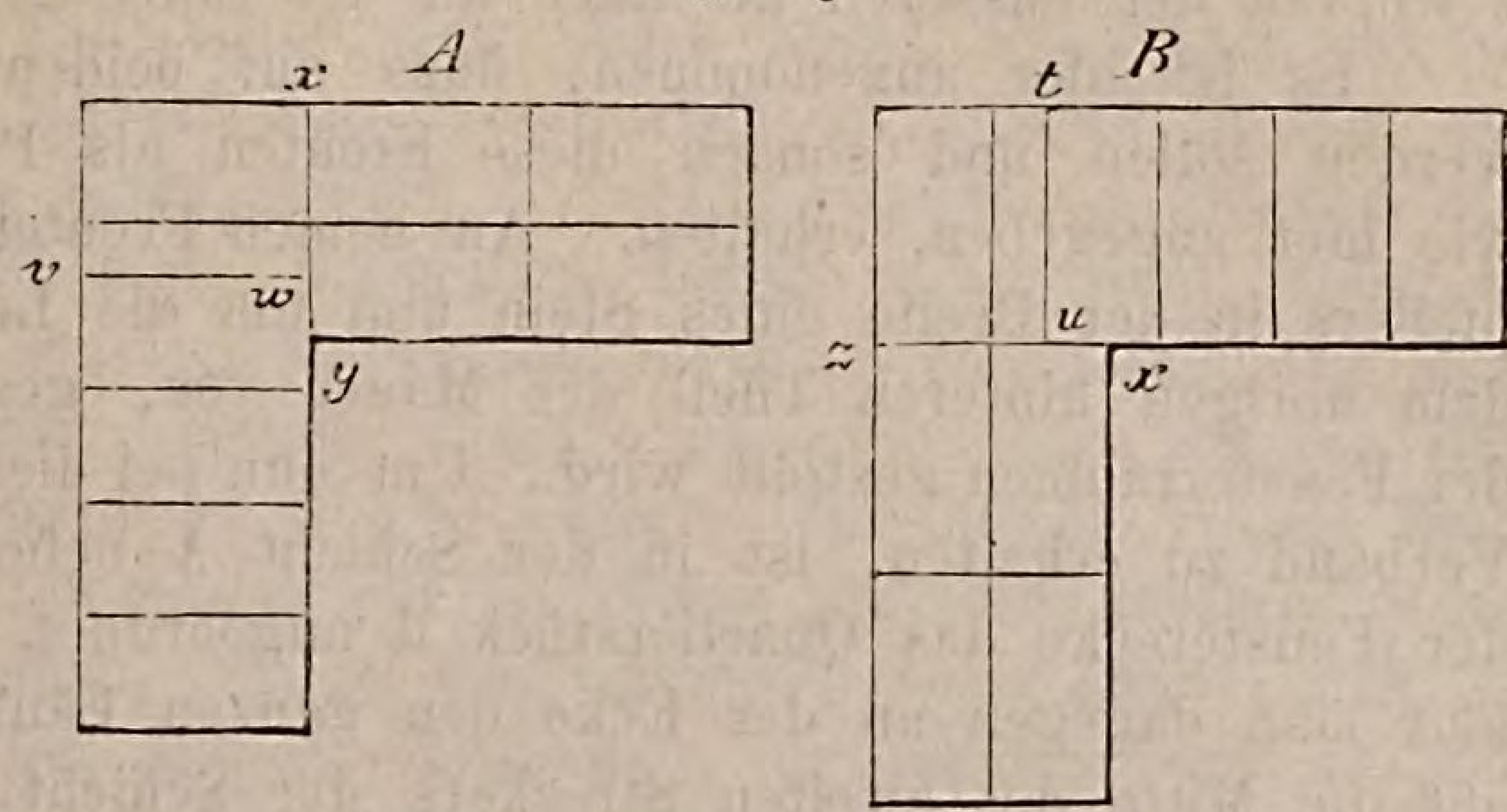
Durch das Einziehen der bezeichneten Stossfugen in den beiden Schichten werden in den Ecken derselben die Dreiquartierstücke s, s erforderlich, an welchen sich dann in der einen Fronte die Strecker und in der anderen Fronte die Läufer anschliessen, je nachdem diese Dreiquartierstücke als Strecker oder Läufer in den Schichten angebracht sind.

Lässt man diese beiden Schichten in der hier angegebenen Anordnung bei einer aufzuführenden Mauer ordnungsmässig abwechseln, so erhält man in der äusseren Ansicht den gewöhnlichen Blockverband, wie oben näher angegeben ist. Es lässt sich aber auch sehr leicht bei Aufführung der Mauer ein Kreuzverband herstellen, wenn man in jeder fünften Läuferschicht unmittelbar an das Dreiquartierstück einen Strecker oder ein Kopfstück anlegt und hieran dann die übrigen Läufer der Schicht wieder anschliesst, wie dieses auch aus oben angegebener Ansicht des Kreuzverbandes leicht ersichtlich wird, s. Figur 2.

Der Verband der Mauern an der Ecke lässt sich auch noch auf eine andere Art und zwar mit Weglassung der Dreiquartierstücke an den Ecken

der Läuferschicht herstellen, wie dieses aus der beistehenden Figur näher ersichtlich ist.

Figur 13.

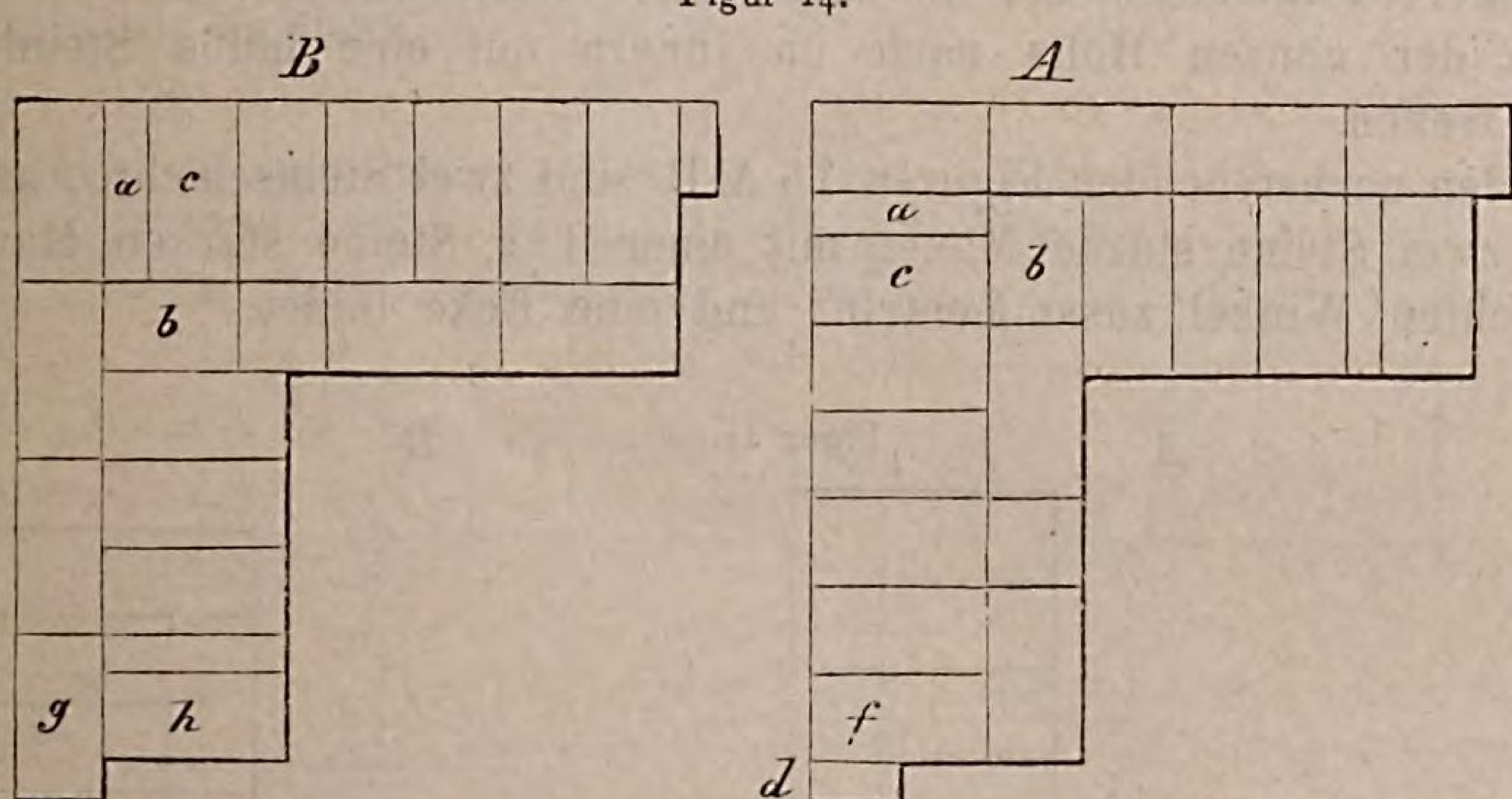


Es ist hier neben dem an der Ecke liegenden Strecker der bezüglichen Fronte, welcher in der anderen Fronte einen Läufer bildet, ein Quartierstück angeordnet, wodurch dann die eingezogene Fuge sich hier jedesmal in der Streckerschicht ergibt, wo dagegen im vorhergehenden Fall diese eingezogene Fuge jedesmal in der Läuferschicht einer Mauerfronte erhalten wurde. Es ergibt sich aber hier die Richtigkeit des Verbandes auch sogleich und bedarf es daher keiner weiteren Erklärung.

Soll mit diesem Verbande eine Mauer im Kreuzverband aufgeführt werden, so legt man in jeder fünften Läuferschicht neben den ganzen Läufer an der Ecke einen Strecker oder ein Kopfstück und lässt hiergegen dann die übrigen ganzen Läufer der Schicht sich anschliessen.

In den nachstehenden Figuren 14 A B sind zwei Verbandsteinschichten zu zwei an einanderstossenden 1 ½ Steine starken Mauern angegeben, welche hier eine Ecke bilden.

Figur 14.



Um hier den richtigen Verband in der Ecke einer jeden Schicht zu erhalten, sind in den bezüglichen Streckerschichten neben dem Strecker an der Ecke die Quartierstücke a, a angeordnet. Hinter diesem Quartierstück und dem daran gelegten zweiten Strecker c ist dann in jeder Schicht das Dreiquartierstück b angeordnet, sodass der Kopf dieses Dreiquartierstückes mit der äusseren Stossfuge des Streckers c zusammentrifft und somit die hier entstehende Stossfuge durch die ganze Stärke der bezüglichen Mauer geht, aber um eine halbe Steinbreite gegen die innere in gleicher Richtung gehende Mauerkante der anderen Mauer eingezogen ist. Die folgenden Steine jeder Schicht werden dann wieder so gelegt, dass zwei Strecker immer auf einen dahinter oder vorliegenden Läufer passen. Aus den Figuren ist ferner er-

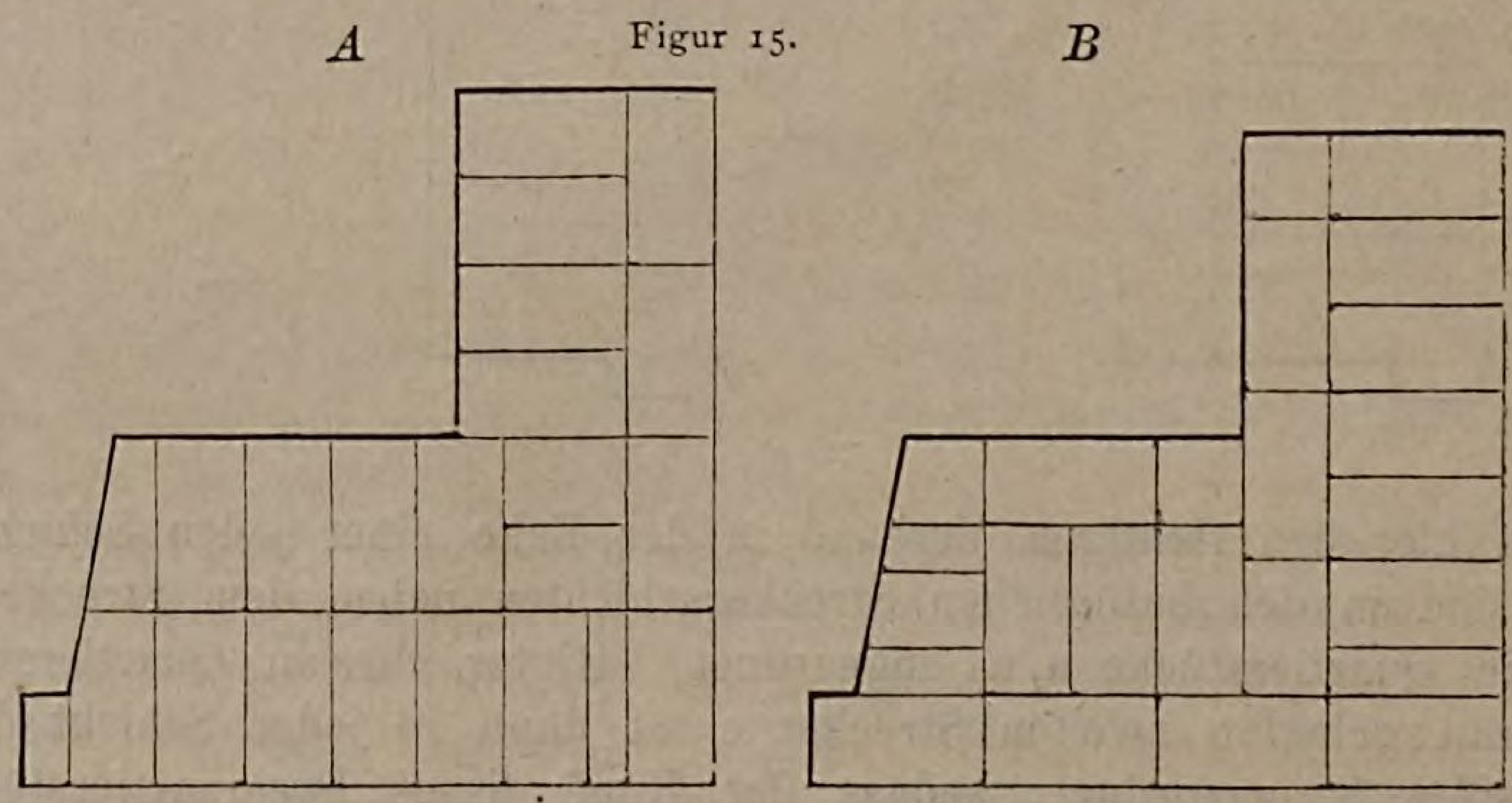
sichtlich, dass diejenige Schicht, welche in der einen Mauerfronte eine Laufschicht, in der anderen Fronte eine Streckerschicht ist. Dieses findet hier sowol an der äusseren als auch an der inneren Seite statt.

Es ist hier angenommen, dass auf beiden Fronten Fenster hergestellt werden sollen und sonach diese Fronten als Pfeiler eine bestimmte Länge, wie hier angegeben, erhalten. An beiden Fronten tritt die Ecke des Fensterpfeilers in der Breite eines Stein und um die Länge eines Quartierstücks vor dem übrigen hinteren Theil der Mauer vor, gegen welchen Vorstand später der Fensterrahmen gestellt wird. Um nun bei dieser Anordnung einen richtigen Verband zu erhalten, ist in der Schicht A neben dem letzten Strecker f an der Fensterecke das Quartierstück d angeordnet. In der Läuferschicht B erhält man dagegen an der Ecke den ganzen Läufer g, dessen Stossfuge dann auf die Mitte des zweiten Streckers der Schicht A trifft und somit hier also der Verband vollständig erhalten wird. An der inneren Seite liegt hinter dem Läufer g ein Strecker und neben diesem ein Quartierstück, dessen äussere Stossfuge mit der Stossfuge des Läufers g zusammentrifft.

Statt des Streckers h in der Schicht B und des dahinter liegenden Quartierstücks kann man auch zwei neben einander liegende Dreiquartierstücke anordnen, womit die durchlaufende Fuge ebenfalls erhalten wird. In diesem Falle muss aber dann auch in der Schicht A eine Aenderung eintreten und zwar insofern, dass der Strecker f und der anliegende, nicht ganze Steine sind, sondern Dreiquartierstücke, hinter welche mit den Fugen gleichlaufend an der hinteren Seite ebenfalls Dreiquartierstücke als Strecker und nicht als Läufer angelegt werden. Durch diese Anordnung erhält man insofern eine vollständigere Fugendeckung, als nicht die beiden Strecker h und f in allen Schichten der ganzen Höhe nach im Innern um eine halbe Steinlänge auf einander treffen.

In den nachstehenden Figuren 15 A B sind zwei Steinschichten angegeben, wo eine zwei Steine starke Mauer mit einer $1^1/_2$ Steine starken Mauer unter einem rechten Winkel zusammentrifft und eine Ecke bildet.

Figur 15.



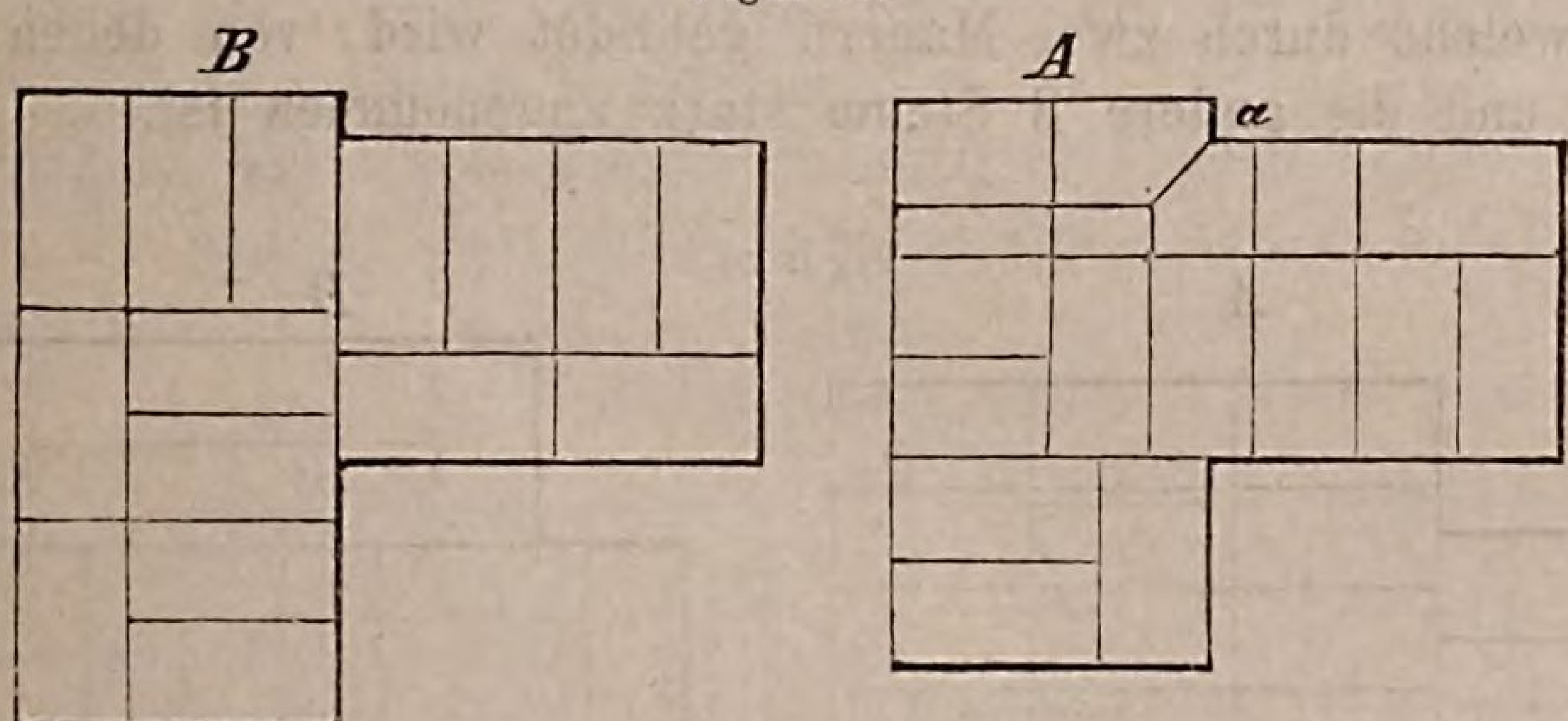
Die Anordnung zur Erhaltung eines richtigen Verbandes ist nach dem bisherigen leicht aus den Figuren zu ersehen und bedarf daher keiner weiteren Erklärung; nur soll hier noch folgendes bemerkt werden. Oben ist angeführt und als Regel aufgestellt, dass, wenn zwei Mauern eine Ecke bilden, die Steine einer Schicht in der einen Fronte nach der Länge der Mauer gelegt

werden müssen, während sie in der anderen Fronte in derselben Schicht nach der Dicke der Mauer zu liegen kommen.

In dem vorliegendem Falle trifft aber diese Regel in Bezug auf die hinteren Seiten der beiden Mauerfronten keineswegs zu, indem in der zwei Steine starken Mauer in der einen Schicht in beiden Frontseiten Strecker und in der anderen Schicht in beiden Frontseiten Läufer angeordnet sind, wo dagegen in der $1^1/_2$ Steine starken Mauer nur Strecker und Läufer in jeder Schicht einzeln liegen. Dieser Umstand rührt aber daher, dass die die Ecke bildenden beiden Mauern ungleiche Stärke haben. In solchen Fällen findet dann die angeführte Regel überhaupt nur in Bezug auf die äusseren Seiten der beiden Mauern Anwendung. Wollte man dennoch diese Regel auch auf die inneren Seiten der beiden Mauern anwenden, so müsste man in jeder Läuferschicht der $1^1/_2$ Steine starken Mauer nach der Stärke derselben drei Läufer hinter einander vermauern, wogegen dann wieder in der Streckerschicht dieser Mauer nach der Stärke derselben zwei Reihen von Dreiquartierstücken vermauert werden müssten. Hierdurch würde aber ein erheblich grösserer Aufwand von Mauersteinen erforderlich werden und der Abfall der entstehenden Quartierstücke würde nur in sehr geringer Ausdehnung zu verwenden sein. Man würde demnach hierdurch nur die Kosten vermehren, ohne aber einen besseren und festeren Steinverband nach der Stärke irgendwie zu erhalten.

In den nachfolgenden Figuren 16 A B sind zwei Steinschichten zu einer Mauerecke angegeben, welche von zwei $1^1/_2$ Steine starken Mauern gebildet wird und wobei an der einen Fronte ein um die Stärke eines Quartierstücks vortretender Pfeiler angeordnet ist, welcher die Fortsetzung der Mauer bildet, vor deren Stirn er liegt.

Figur 16.

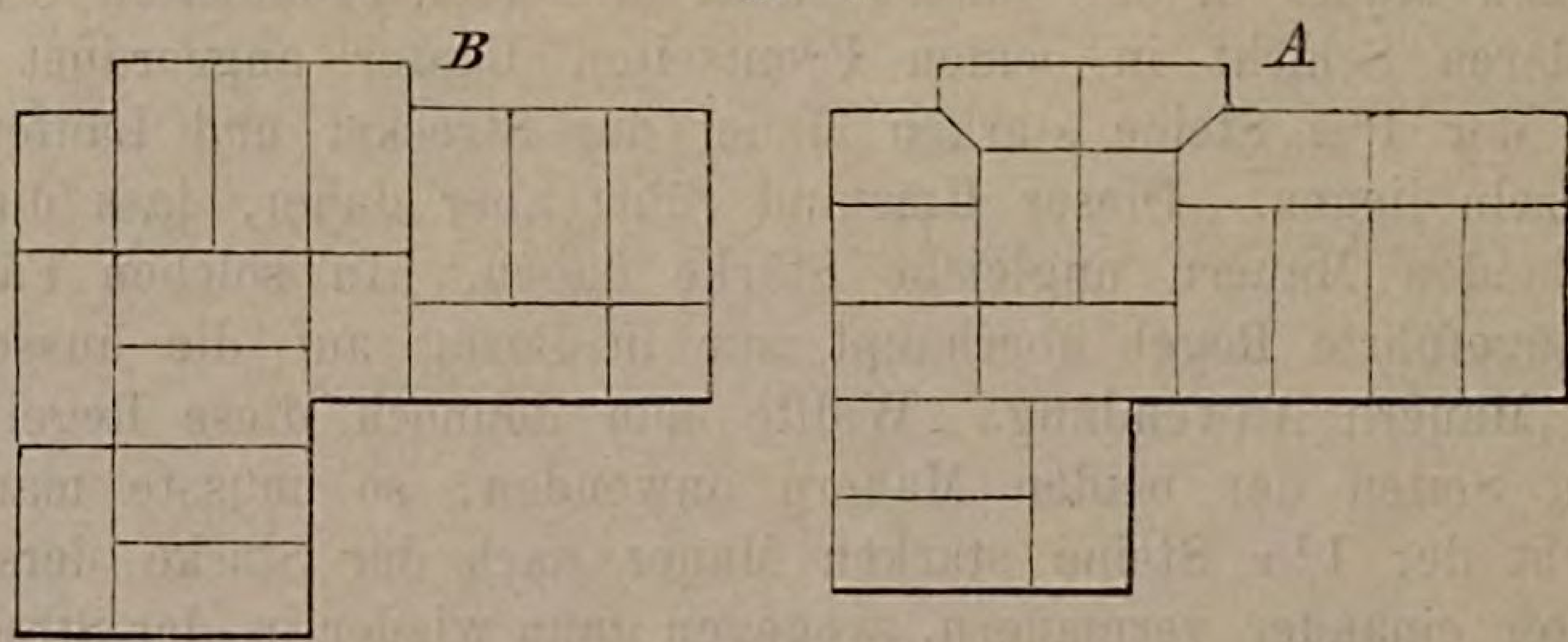


Die Anordnung des Verbandes ist hier sehr leicht aus der Zeichnung ersichtlich und bedarf daher im Allgemeinen keiner weiteren Erklärung; nur soll hier bemerkt werden, dass, um in der Läuferschicht A den richtigen Verband zu erhalten, es hier erforderlich ist, die beiden in der Ecke des Pfeilers zusammenstossenden Läufer, wie hier bei a ersichtlich, nach der Diagonale abzuschrägen, so dass der Läufer in der Fronte noch um die Stärke eines Quartierstückes hinter den vortretenden Pfeiler eingreift und demnach bei Herstellung der Streckerschicht B hier eine vollständige Fugendeckung stattfindet.

Ein ähnlicher Fall ist in den umstehenden Figuren 17 A B angegeben, nur mit dem Unterschiede, dass hier der vortretende Pfeiler um eine Steinbreite von der Ecke zurückspringt.

Die Anordnung des Verbandes geht auch hier leicht aus der Zeichnung hervor und bedarf es daher keiner weiteren Erklärung. Es soll hier nur noch bemerkt werden, dass durch die vorliegende Anordnung der Läufer-

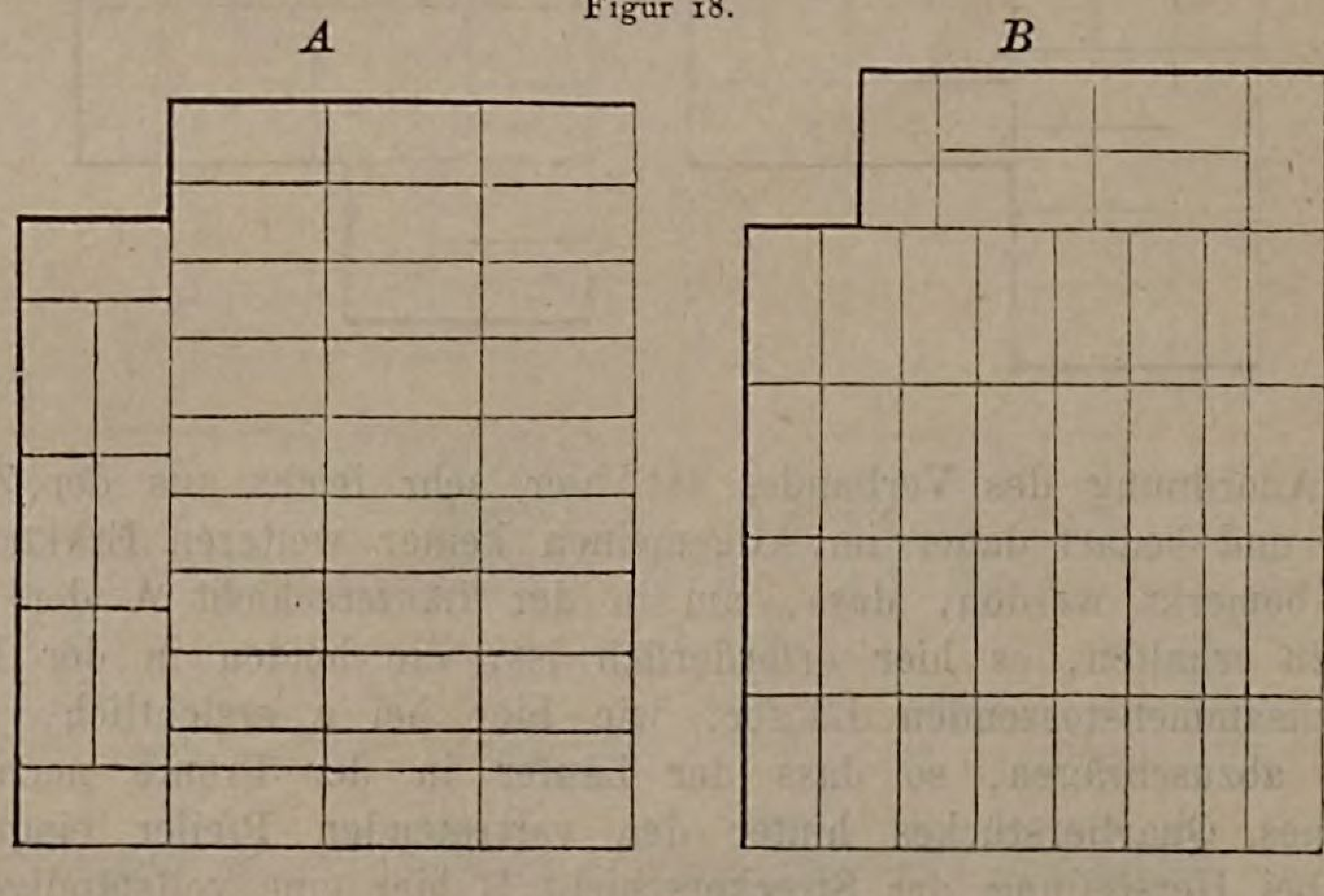
Figur 17.



schicht A, in welcher der vortretende Pfeiler durch zwei Dreiquartierstücke, als Läufer, gebildet wird, deren in der Mauer liegende Ecken abgeschrägt sind und gegen welche abgeschrägten Ecken zu beiden Seiten ebenfalls Läufer mit abgeschrägten Ecken stossen, die sonst notwendigen Quartierstücke gänzlich vermieden werden. Bei Anwendung dieser Quartierstücke wären diese jedesmal nur in der Läuferschicht anzubringen gewesen, indem dieselben vor dem durchgehenden Läufer der übrigen Mauer hätten eingesetzt werden müssen. Die Streckerschicht B wäre unverändert geblieben. Jedenfalls ist aber die vorliegende Anordnung vorzuziehen, weil dadurch ein besserer Verband erhalten wird.

Der in nachstehenden Figuren 18 A B dargestellte Mauerverband einer Mauerecke, welche durch zwei Mauern gebildet wird, von denen die eine 4 Steine stark und die andere 3 Steine stark angenommen ist.

Figur 18.

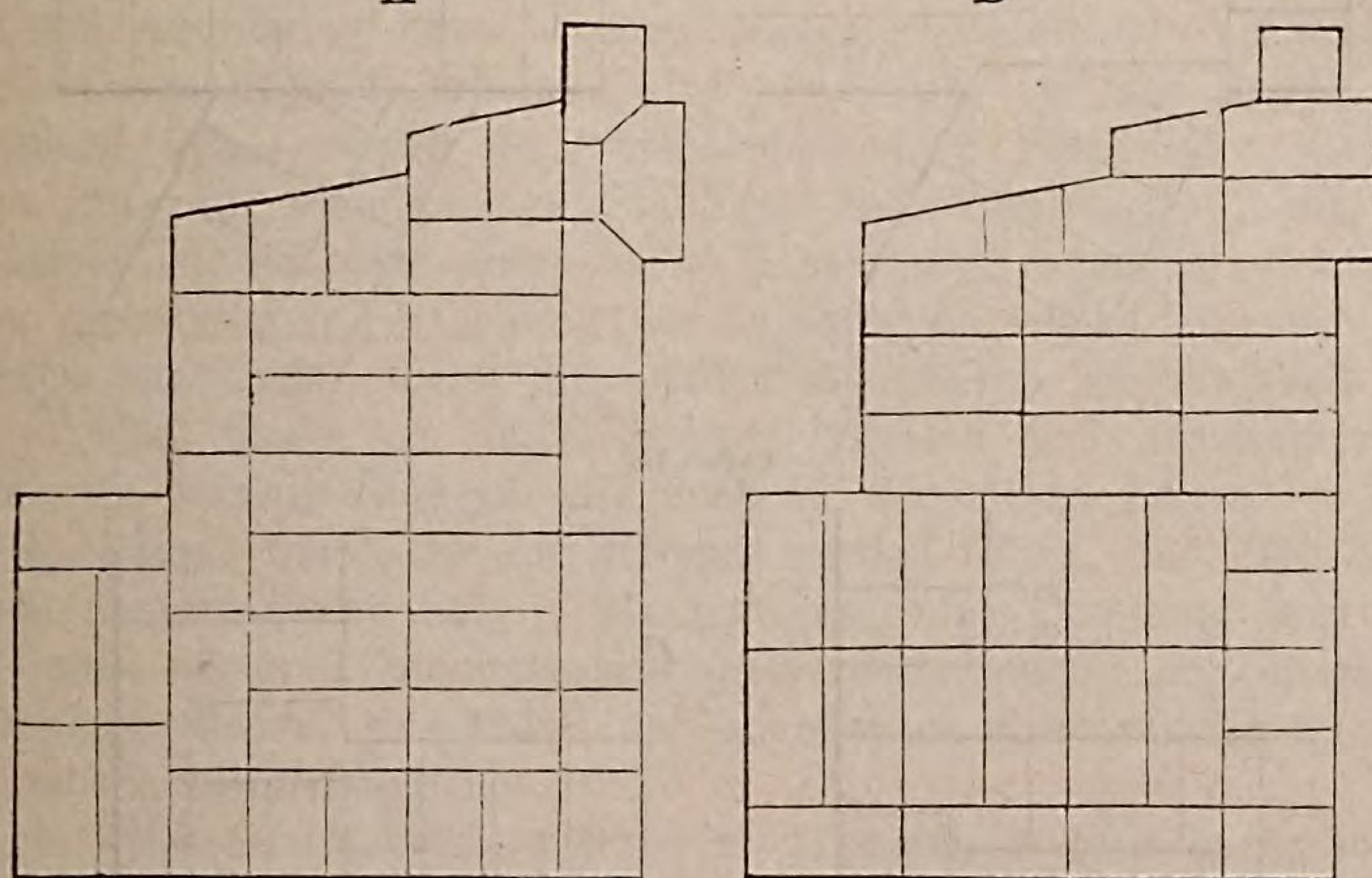


Es ist leicht aus der Figur zu ersehen, dass einmal die 3 Steine starke Mauer um die Breite eines Quartierstücks auf die 4 Steine starke Mauer übergreift und das andere Mal das Entgegengesetzte stattfindet. Die Anordnung des Verbandes bedarf keiner weiteren Erklärung.

Ein anderer Fall, wo eine 3 Steine starke Mauer mit einer $2^1/_2$ Steine starken Mauer zusammenstösst und eine Ecke bilden, ist in nachstehenden Figuren 19 A B näher angegeben.

Figur 19.

A *B*

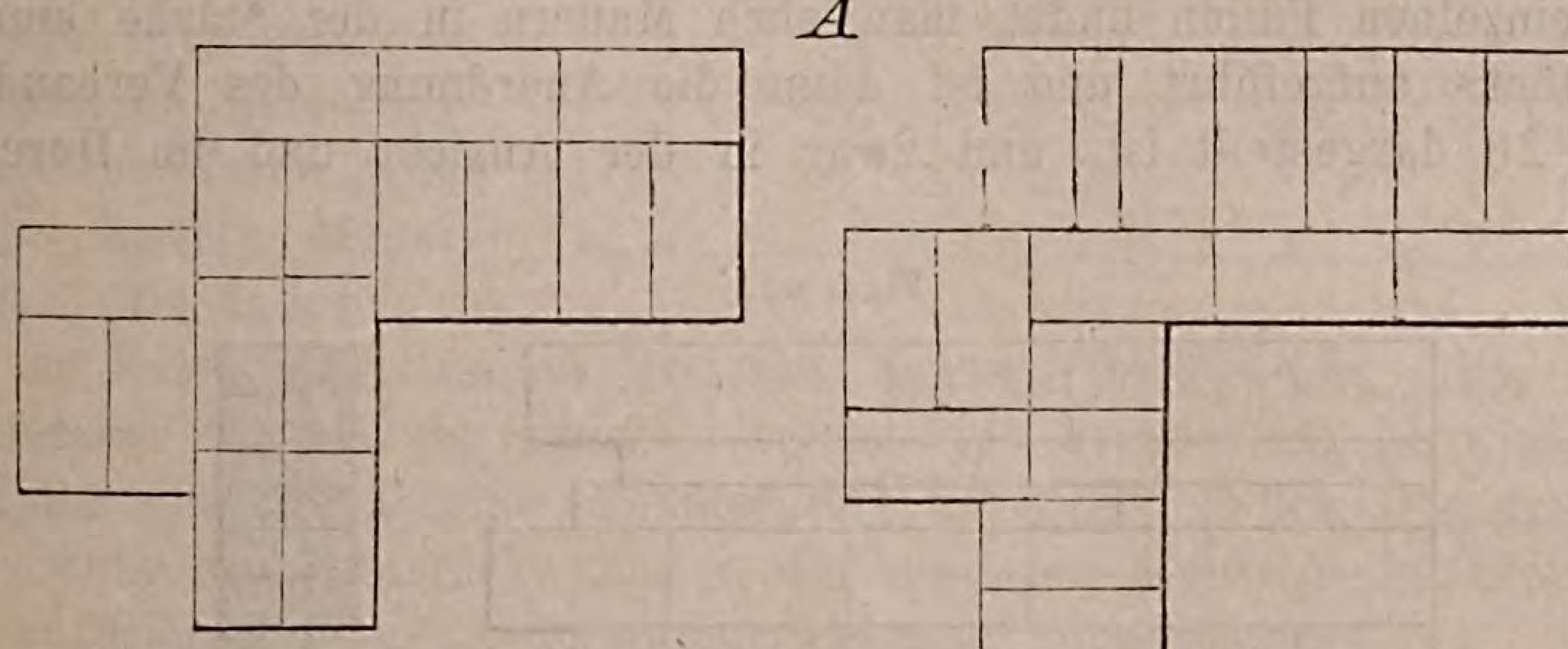


Der Verband ist leicht aus den Figuren ersichtlich und ist hier nur zu bemerken, dass statt der sonst erforderlichen Quartierstücke an der Ecke in jeder Streckerschicht zur Herstellung des erforderlichen Verbandes in jeder Läuferschicht an der Ecke ein Dreiquartierstück angeordnet ist. Die Anordnung der Fensterecke mit der um die Breite eines Quartierstücks vortretenden Lisene ist auch nach dem Bisherigen leicht aus der Figur ersichtlich und bedarf daher keiner weiteren Erklärung.

Verschiedene Fälle von Mauerverbänden sind noch in den nachstehenden Figuren 20, 21 und 22 dargestellt, welche keine weitere Erklärung erforderlich machen.

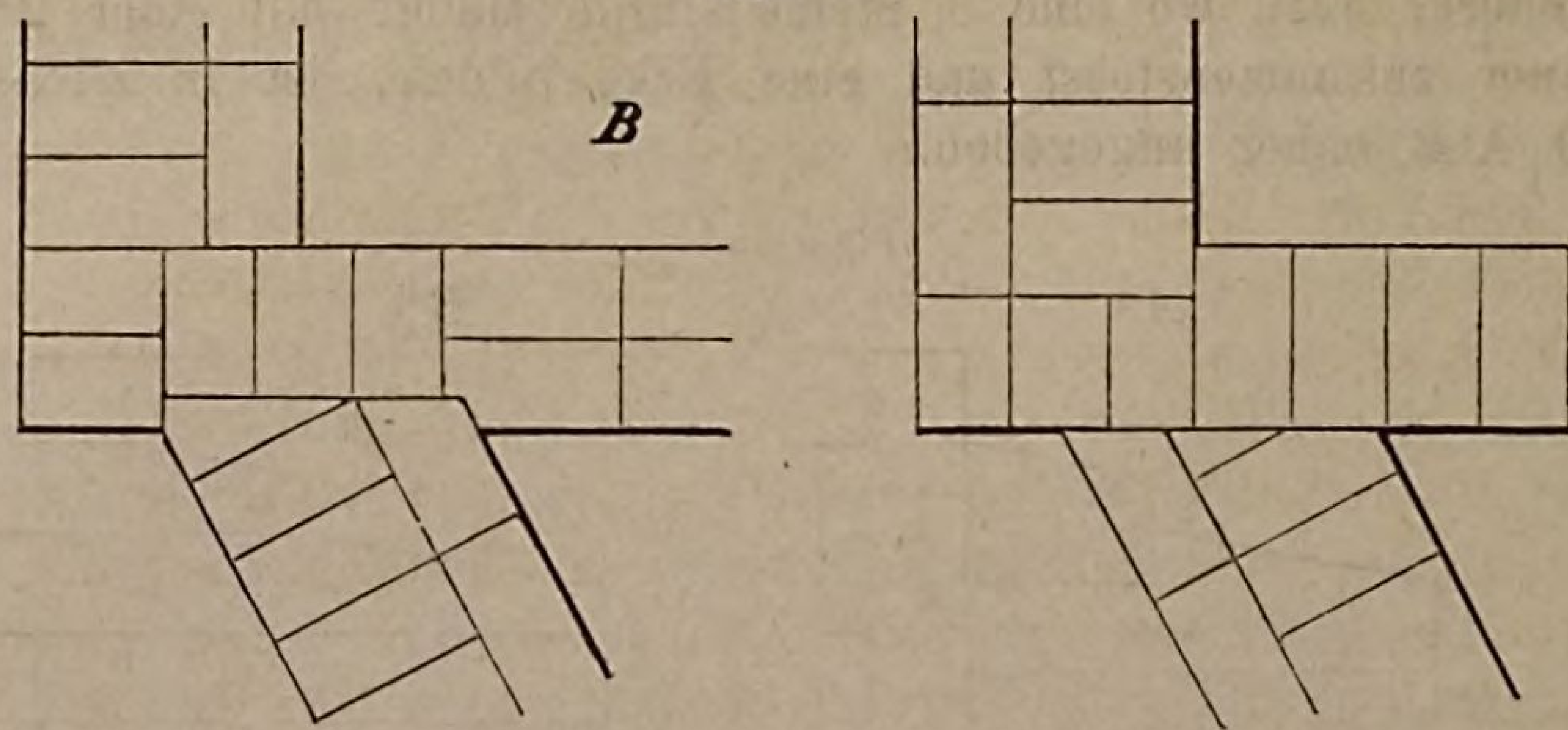
Figur 20.

A

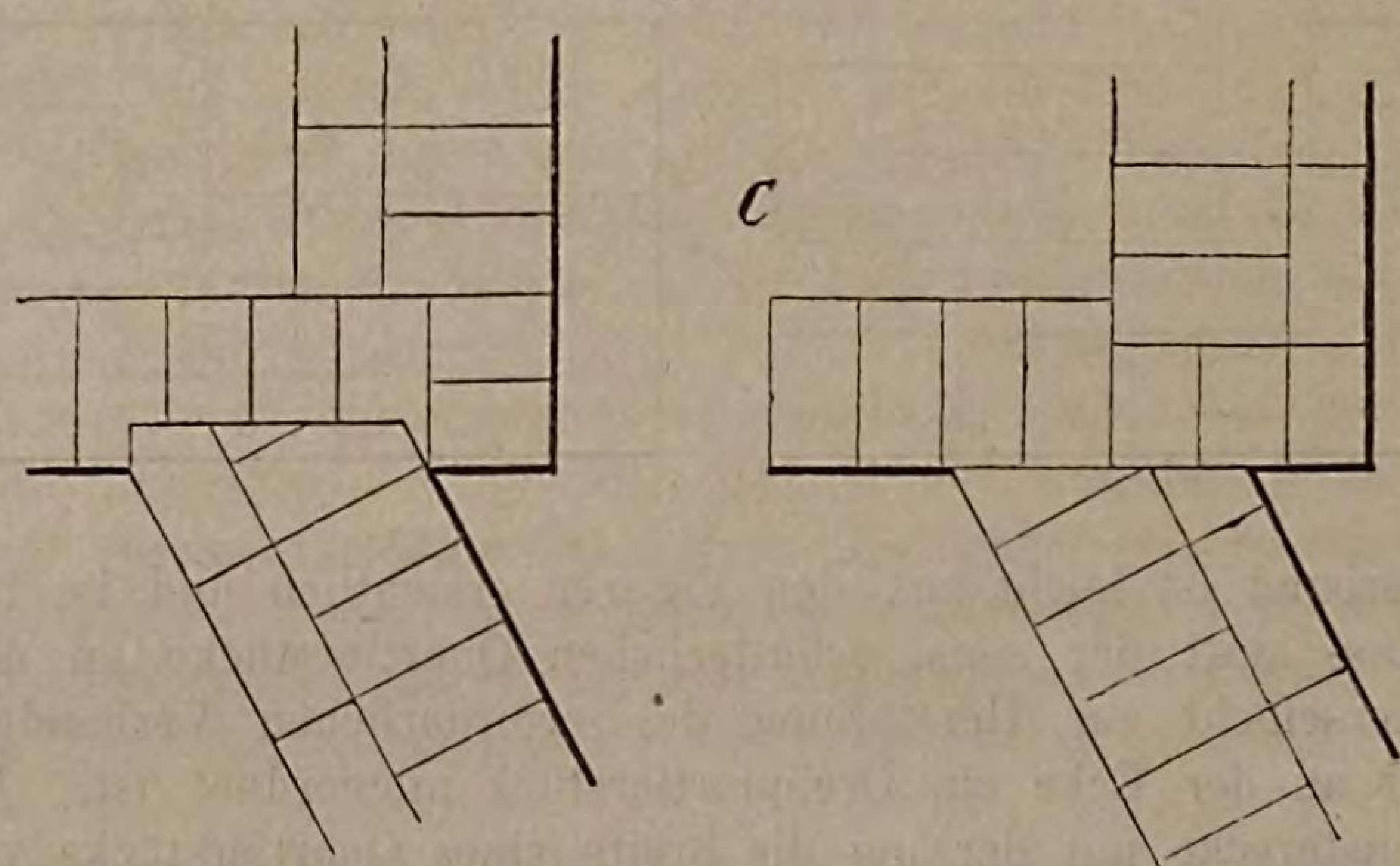


Nur soll hier bemerkt werden, dass in Figur A ein Fall dargestellt ist, wobei die äusseren $1^1/_2$ Steine starke Mauer die Ecke eines um einen Stein vorspringenden Risalits bildet, gegen welches die innere einen Stein starke Scheidemauer stösst, die mit der vortretenden äusseren Ecke des Risalits in einer Linie liegt.

Figur 21.



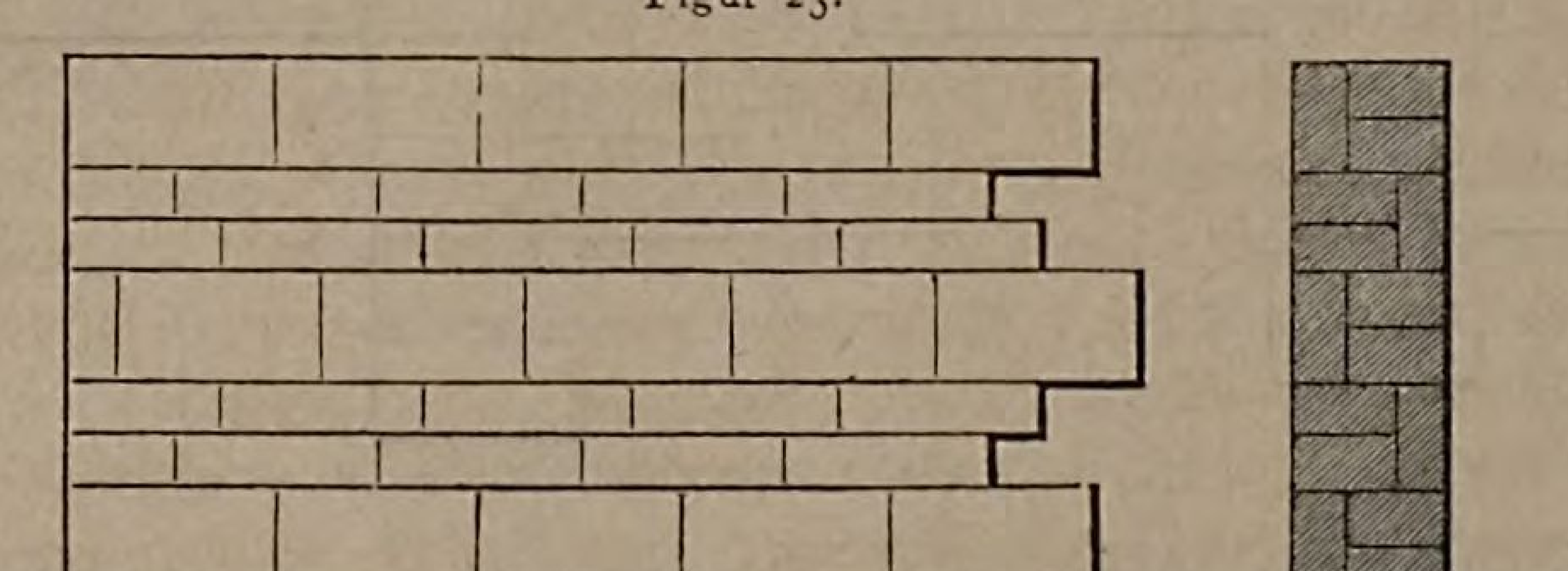
Figur 22.



Die in den Figuren B und C dargestellten Fälle sind ähnlich, nur mit dem Unterschiede, dass bei diesen letzteren beiden Fällen die Mauern nicht unter einem rechten Winkel auf einander treffen, wodurch sich demnach auch die Anordnung des Verbandes jedenfalls verändern muss. Im Uebrigen sind auch diese Fälle nach dem Bisherigen sehr leicht verständlich.

In einzelnen Fällen findet man auch Mauern in der Stärke eines Dreiquartierstücks aufgeführt und ist dann die Anordnung des Verbandes, wie in Figur 23 dargestellt ist, und zwar in der Ansicht und im Durchschnitt.

Figur 23.



Es besteht hier jede doppelte Schicht aus zwei auf einander gelegten nach Verband gemauerten Läufern und einer dahinter aufgestellten Kantstein-

schicht. Bei der nächstfolgenden doppelten Schicht kommt die Kantsteinreihe an der vorderen Seite zu stehen und werden die zwei Läuferschichten dahinter gemauert, welche dann den hinteren Kantstein der ersten doppelten Schicht und ferner die Läufer dieser Schicht noch um die Breite eines Quartierstücks decken, wodurch dann der Querverband der Mauer erhalten wird.

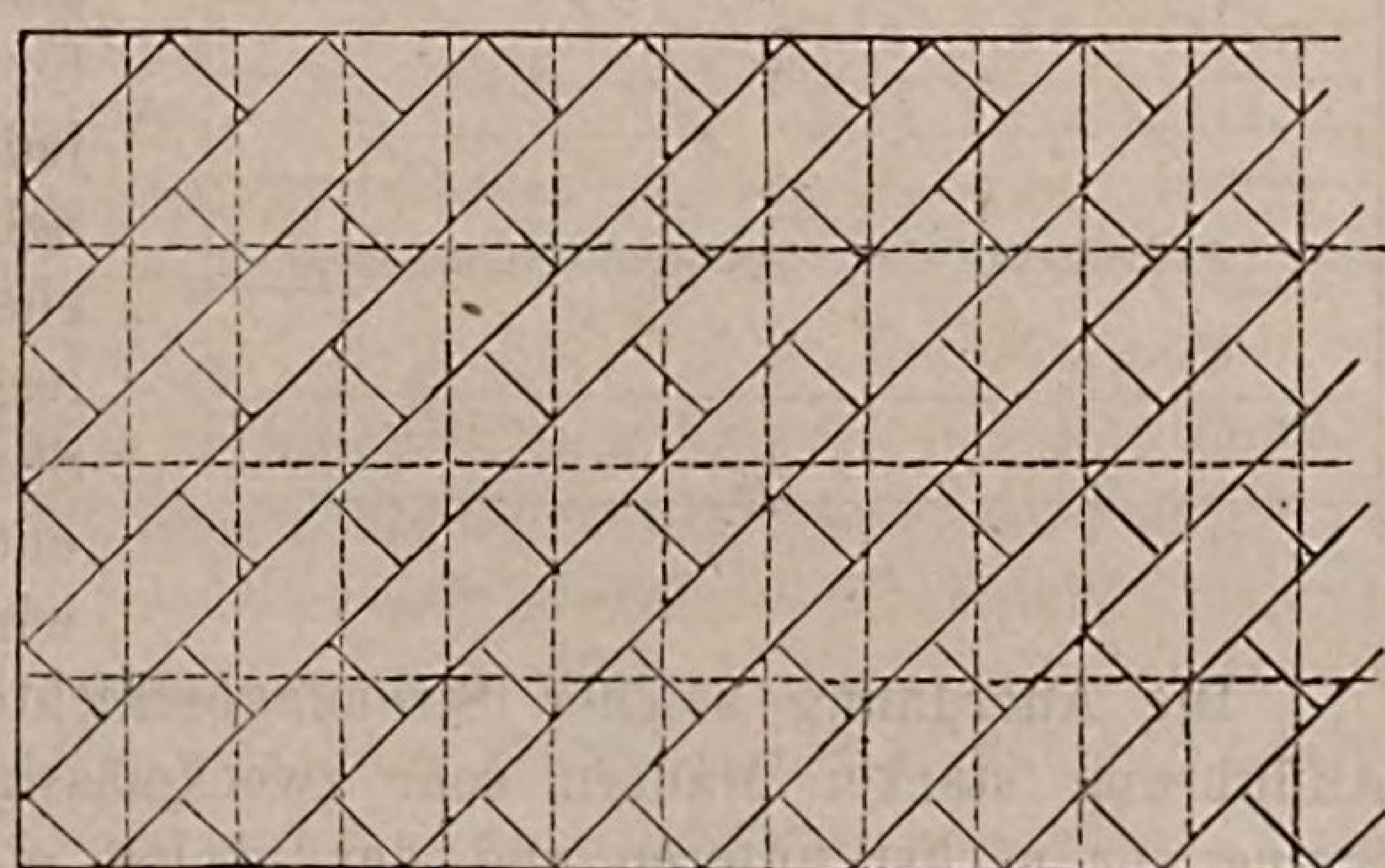
Dass bei Anordnung eines solchen Mauerverbandes der Verband selbst nur immer sehr mangelhaft erhalten wird, liegt klar auf der Hand, und es hat eine solche Mauer wegen der verschiedenartigen Vertheilung der Lagerfugen auch stets nur eine geringe Stabilität und Tragfähigkeit, die keineswegs genügend ist, um dass eine solche Mauer als Tragmauer dienen kann. Wegen der gleichartigen Vertheilung der Lagerfugen, welche bei einer 1/2 Stein starken Mauer stattfindet, bietet diese jedenfalls gleiche Tragfähigkeit.

Man wendet diese Art der Mauerung vielfach und zweckmässig zum Ausmauern von Fensteröffnungen an; auch in denjenigen Fällen ist sie anwendbar, wo Räume durch Mauern getrennt werden sollen, und diese letzteren dann keinen andern Zweck haben, als nur den, eine Trennung herzustellen. Soll aber eine solche Trennungsmauer gleichzeitig auch zur Unterstützung einer Balkenlage dienen, so ist die hier angegebene Konstruktion zu solchem Zwecke durchaus nicht tauglich.

Um bei stärkeren Mauern, welche im Allgemeinen ihre hauptsächlichste Anwendung bei Aufführung von Grund- und Fundamentmauern finden, den inneren Verband derselben noch zu verstärken, wendet man mit Vortheil die sogenannten Schmieg-, Strom- oder Kreuzlagen an.

Dieselben bestehen aus einzelnen Mauerschichten, bei welchen die Steine nach diagonaler Richtung gemauert werden, wie dieses in beistehender Figur 24 näher dargestellt ist.

Figur 24.



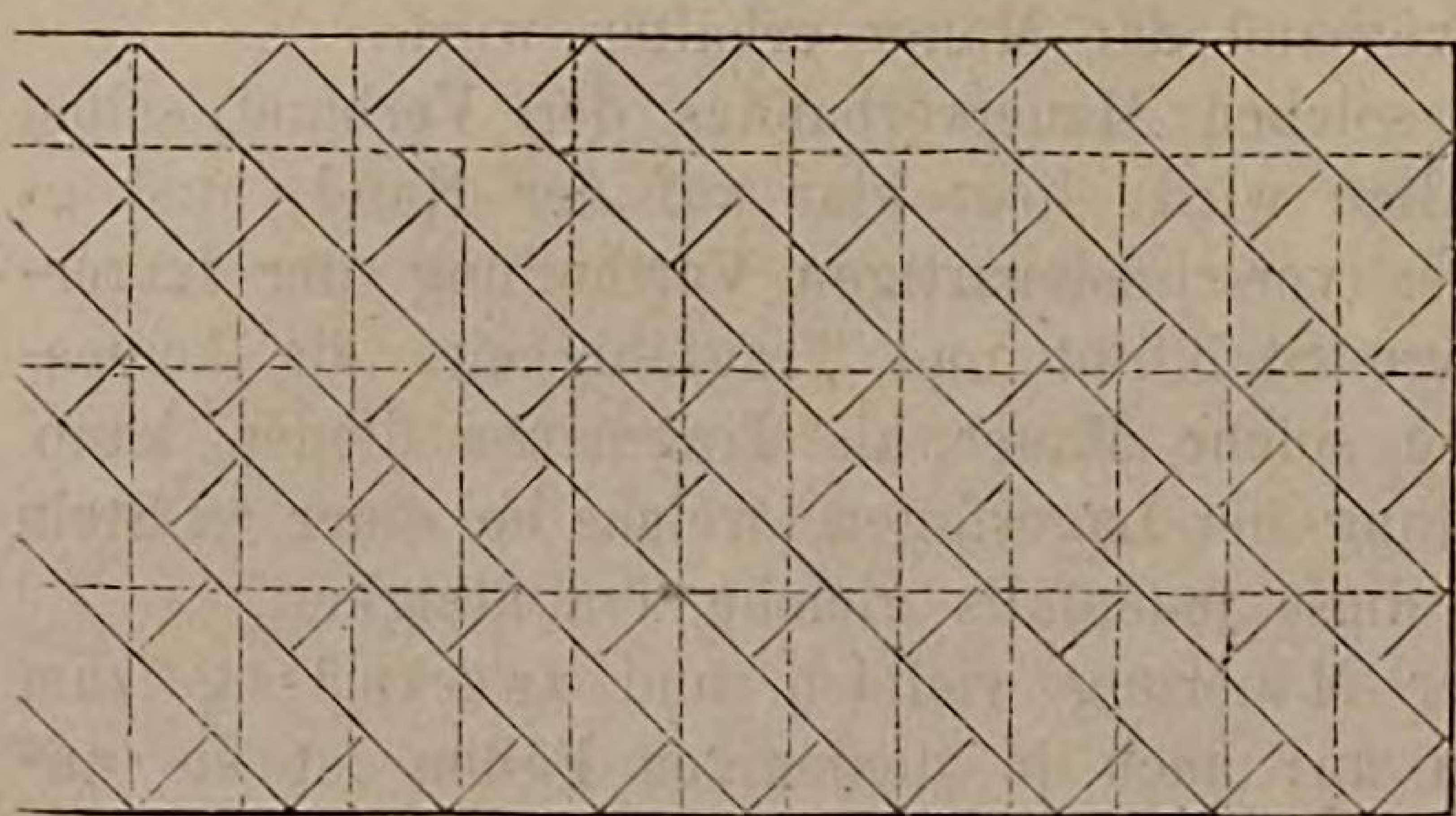
Es besteht nämlich hier die untere Lage aus einer 4 Steine breiten Mauerschicht, wie hier durch punktirte Linien angedeutet ist. Darüber ist die Stromlage so angeordnet, dass die äusseren Steine derselben mit ihrer Kante jedes mal in die äussere Mauerflucht treffen; die dadurch an den äusseren Seiten entstehenden Dreiecke bleiben unausgefüllt. Die nächstfolgende hierüber zu legende Schicht, welche eine gerade Schicht wird, wird im Ganzen um eine Steinbreite schmaler und an beiden Seiten der Mauer um die Breite eines Quartierstücks hinter die äusseren Kanten der Steine der Stromlage zurückgesetzt und in gerader Richtung vollgemauert.

Die über dieser Schicht, welche nunmehr noch eine Breite von 3 1/2 Steinen hat, wieder herzustellende Stromlage wird aber nicht nach derselben diagonalen Richtung gemauert, wie die vorhergehende, sondern nach der entgegen gesetzten Richtung, wie in umstehender Figur 25 dargestellt ist.

Bei dieser Stromlagenschicht bleiben die an den äusseren Seiten sich ergebenden Dreiecke ebenfalls unausgefüllt, indem auch die nächstfolgende gerade Schicht wieder um eine Steinbreite verschmälert wird. Ueberdiess

würde die Ausfüllung dieser Dreiecke auch nicht im Entferntesten zu grösseren Festigkeit oder Tragfähigkeit der Mauer beitragen.

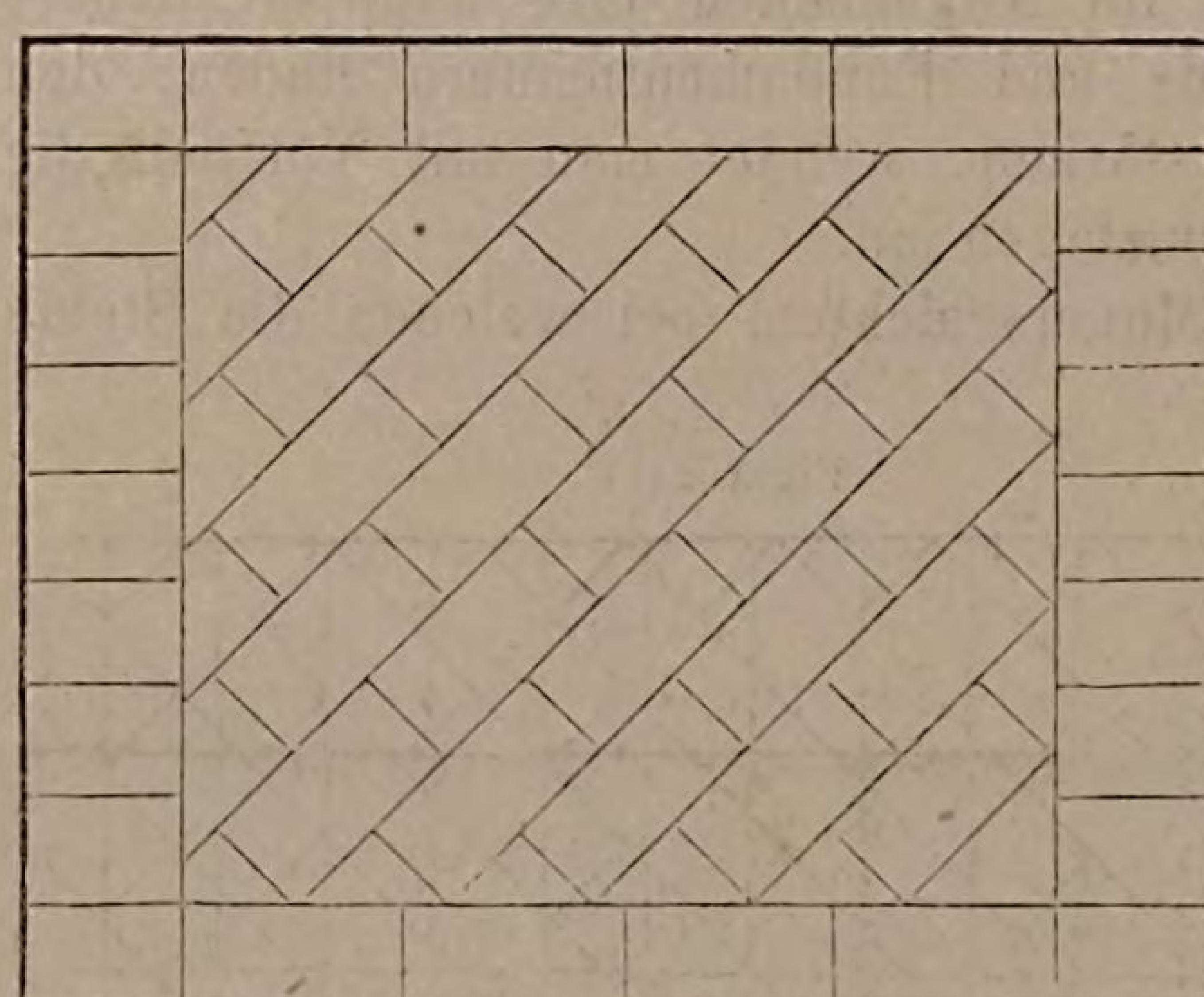
Figur 25.



Diese Stromlagen werden überhaupt nur immer einzeln angewendet und wechseln dann jedesmal mit geraden Schichten ab.

Sollen diese Stromlagen bei Mauern angewendet werden, die in grösserer Höhe gleiche Stärke beibehalten, so werden diese Stromlagen an der äusseren Seite durch gerade Steinreihen verblendet, welche dann mit den unteren und nächstfolgenden oberen Schichten äusserlich im Kreuz- oder Blockverband gemauert erscheinen. Diese Anordnung ist in nachstehender Figur 26 näher dargestellt.

Figur 26.



Die entstehenden kleinen Dreiecke, welche von den nach diagonaler Richtung gelegten Steinen herrühren, werden hier ausgemauert, um überall volles Mauerwerk zu erhalten.

In diesem Falle wechseln aber auch die inneren Stromlagen nicht fortwährend, sondern es folgen auf jede solche Schicht erst einige Schichten mit geraden Steinreihen, ehe eine Diagonalschicht wieder gelegt wird, welche letztere dann in Steinreihen nach der vorhergehend entgegen gesetzten Richtung gelegt wird.

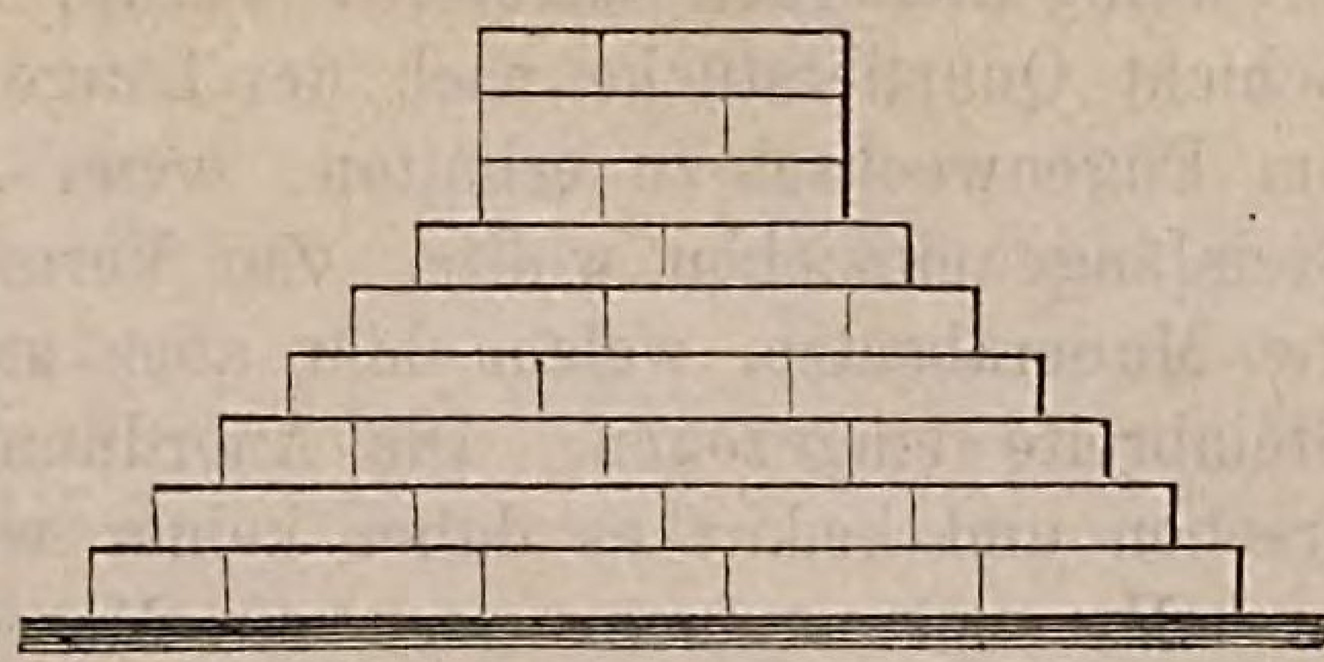
Die Anordnung solcher Stromlageschichten ist, wie schon erwähnt, bei Aufführung starker Mauern sehr zweckmässig, indem dadurch die einzelnen Steine der nächst unteren und der nächst oberen Schichten noch mehr verbunden werden und überhaupt eine grössere und mehr verschiedene Wechselung der Stossfugen erreicht wird, was aber gleichzeitig auch zur Folge hat, dass eine solche Mauer, wenn sie gehörig ausgetrocknet ist, d. h. wenn der Mörtel in den Fugen gehörig erhärtet ist, einer gewaltsamen Trennung weit kräftiger widersteht. Diese Art der Mauerung wendet man daher ausser bei Fundamentmauern auch vielfach bei Futtermauern und Festungsmauern an.

Bei Aufführung von Fundamentmauern behält man die anfängliche Breite der Anlage derselben nicht in der ganzen Höhe bei, sondern man verschmälert dieselbe in bestimmten Absätzen.

In nachstehender Figur 27 ist eine Fundamentmauer dargestellt, deren untere Breite $4^1/_2$ Steine beträgt und dann in jeder folgenden Schicht auf beiden Seiten um die Stärke eines Quartierstückes eingezogen ist, bis die Mauer noch eine Stärke von $1^1/_2$ Steine behält. Diese Anordnung wird in

der gewöhnlichen Maurersprache „das Abtreppen mit einfachen Schichten" genannt. Bei dieser Anordnung der Fundamente muss aber immer schon ein sehr fester Untergrund vorhanden sein, weil sonst die einfachen vorstehenden untersten Schichten nicht die genügende Sicherheit gegen Durchdrücken gewähren. Es ist schon vielfach vorgekommen, dass bei einer solchen Abtreppung mit einfachen Schichten, wenn der Untergrund etwas nachgibt, das Mauerwerk in der Mitte sich eindrückt und dagegen die äusseren Kanten hängen bleiben. Auch hat man in solchen Fällen gefunden, dass die äusseren Steine durchbrochen waren, wo dann die äusseren Kanten ebenfalls hängen geblieben, dagegen das innere Mauerwerk sich durchgesenkt hatte.

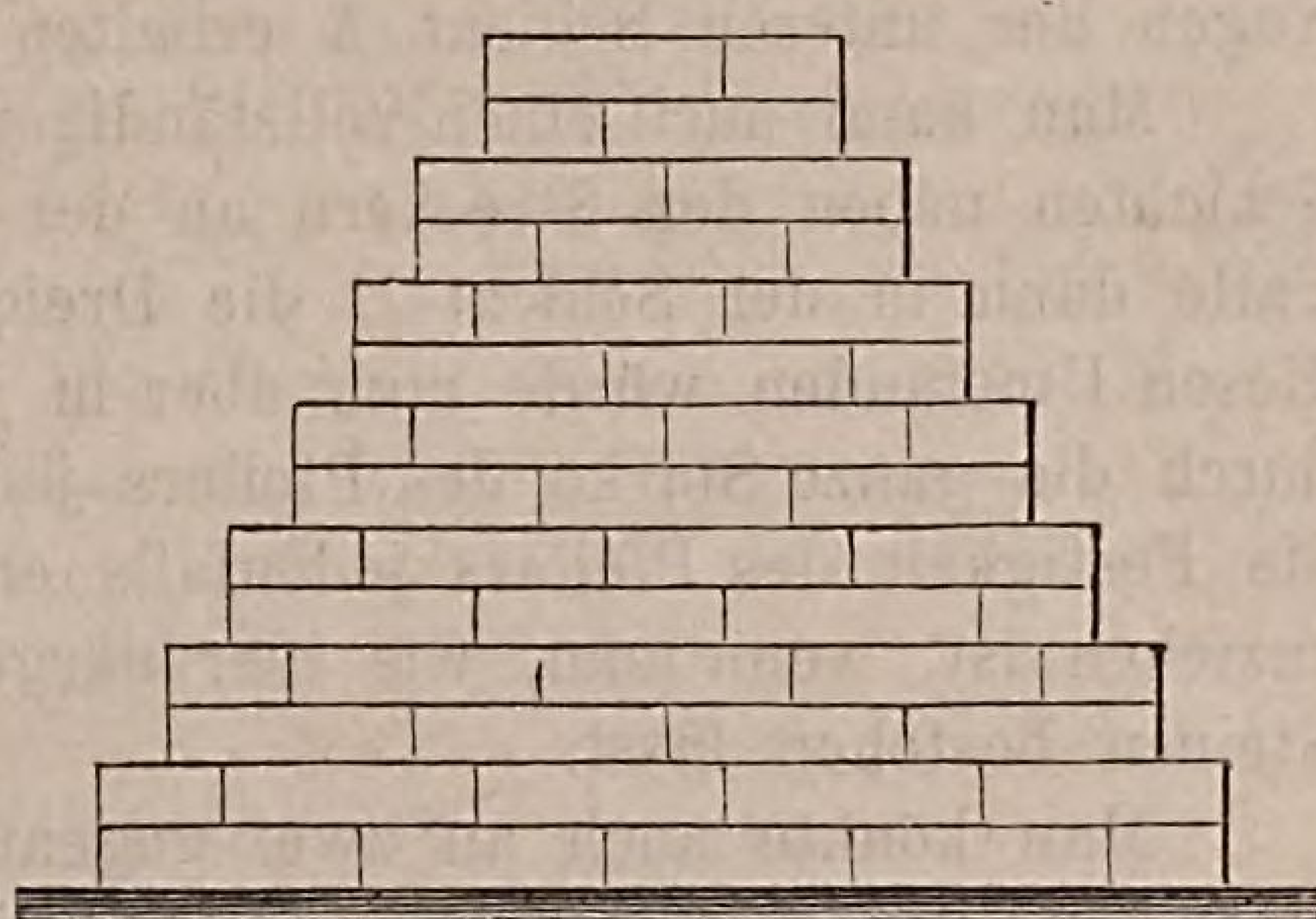
Figur 27.



Diese eben angeführten Nachtheile werden aber wesentlich mehr vermieden, wenn man die Fundamente in der Weise herstellt, wie dieses in beistehender Figur 28 angegeben ist.

Hier werden immer zwei Schichten von gleicher Mauerstärke aufgemauert und die nächstfolgenden beiden Schichten erhalten ebenfalls wieder gleiche Stärke, werden aber an jeder Seite um die Breite eines Quartierstücks eingezogen, so dass die Mauerstärke dieser beiden letzten Schichten um eine Steinbreite im Ganzen weniger beträgt, als die der beiden zunächst vorhergehenden Schichten. Diese Anordnung nennt man das „Abtreppen mit doppelten Schichten".

Figur 28.

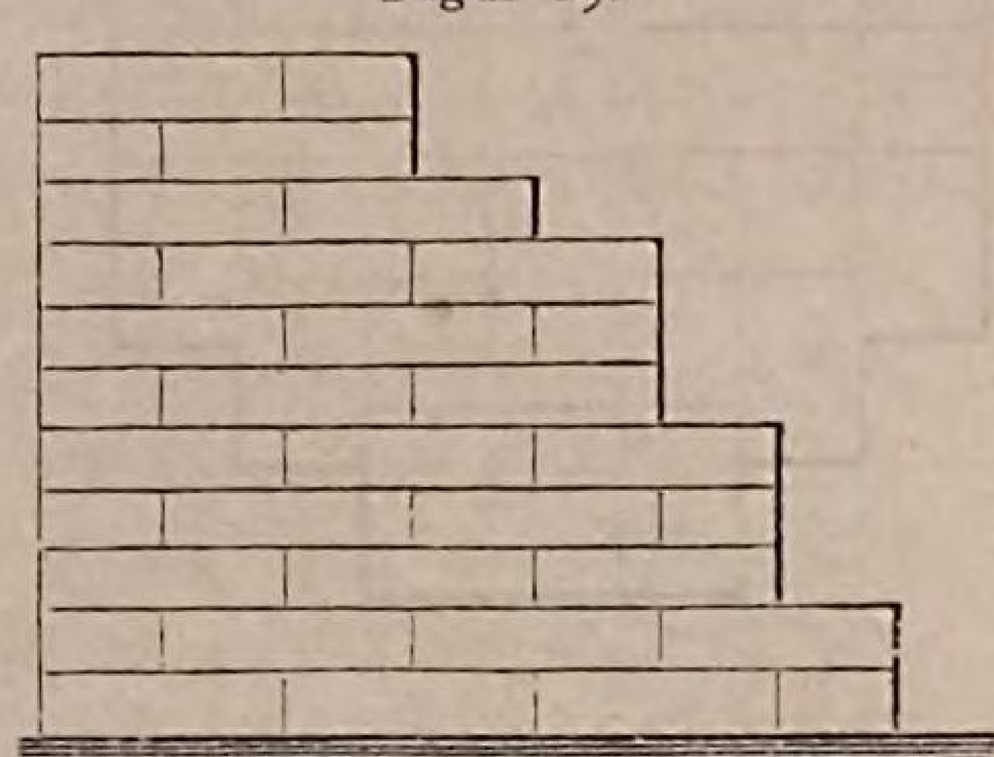


Es ist leicht einzusehen, dass ein solcher Mauerkörper, der mit doppelten Schichten abgetreppt aufgeführt ist, gegen Durchdrücken eine bedeutend grössere Sicherheit bietet, als ein solcher, welcher mit einfachen Schichten abgetreppt aufgeführt ist, und sollte man daher in allen Fällen die Fundamentmauern, wenn auch nur in den drei oder vier unteren Absätzen mit doppelten Schichten abtreppend aufführen. Es wird hierdurch zwar ein etwas grösserer Aufwand an Material, sowie auch eine bedeutendere Tieferlegung der Fundamentmauern bedingt, allein die dadurch entstehenden Mehrkosten werden auch durch die grössere Solidität des Gebäudes, welche durch diese Anordnung erreicht wird, vollständig wieder aufgewogen.

Bei Aufführung der Fundamentmauern treten aber auch Fälle ein, wo eine solche Abtreppung nicht zu beiden Seiten der Mauer hergestellt werden kann, sondern wo dieses nur an einer Seite stattfinden kann. Ein solcher Fall ist in beistehender Figur 29 dargestellt.

In diesem Falle darf aber eine Abtreppung mit einfachen Schichten durchaus nicht stattfinden; einmal desshalb nicht, weil das Fundament

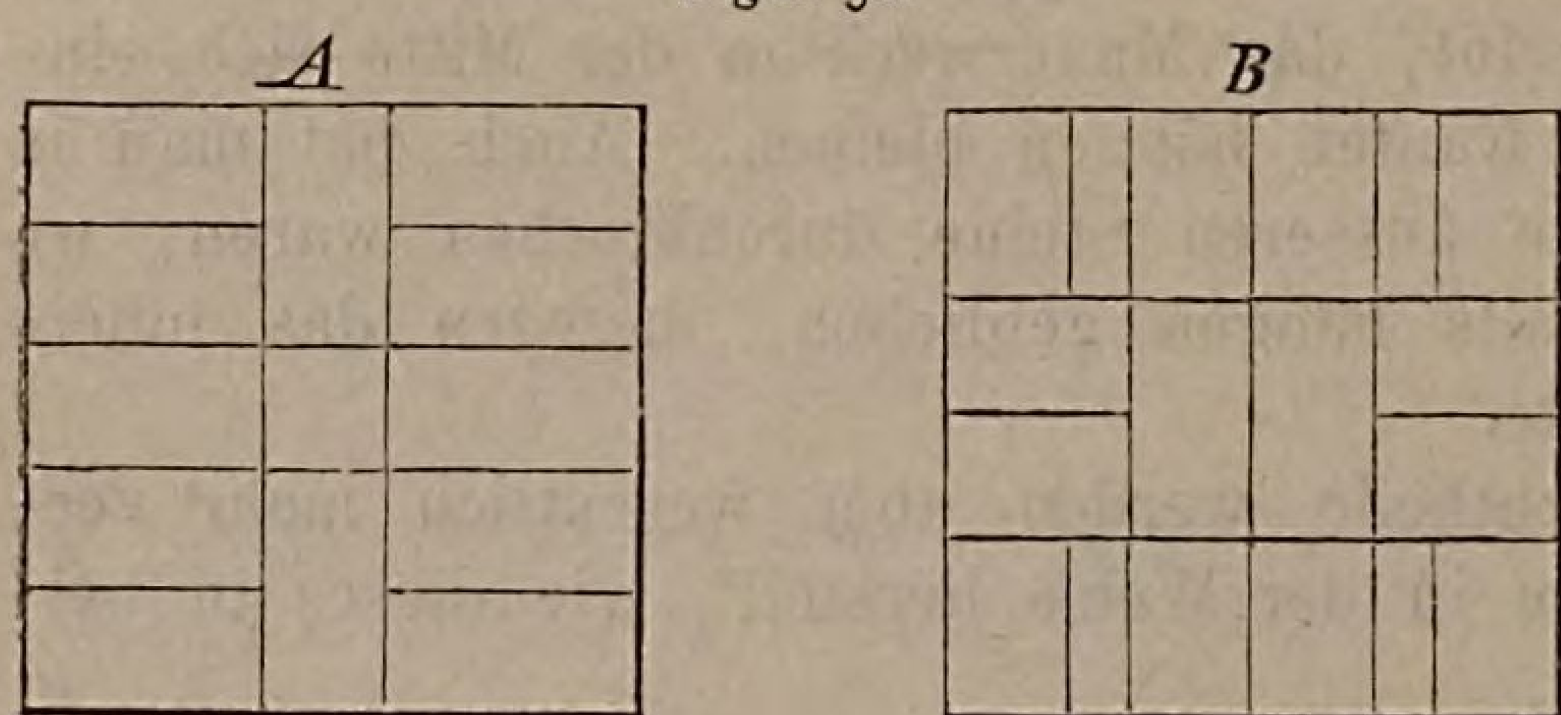
Figur 29.



zu wenig Sicherheit darbieten würde; ferner aber, weil dann in jeder zweiten Schicht Quartierstücke nach der Länge der Mauer angeordnet werden müssten, um Fugenwechsel zu erhalten, wenn man jede folgende Schicht um eine $^1/_4$ Steinlänge einziehen wollte. Zur Vermeidung der Quartierstücke werden daher die Mauerabsätze, welche hier aber mehrere Schichten hoch werden, um eine Steinbreite eingezogen. Die Anordnung selbst ist leicht aus der Figur zu ersehen und bedarf es daher keiner weiteren Erklärung.

Es sind nunmehr noch die Mauerverbände einzelner gemauerter Pfeiler näher anzugeben.

Figur 30.

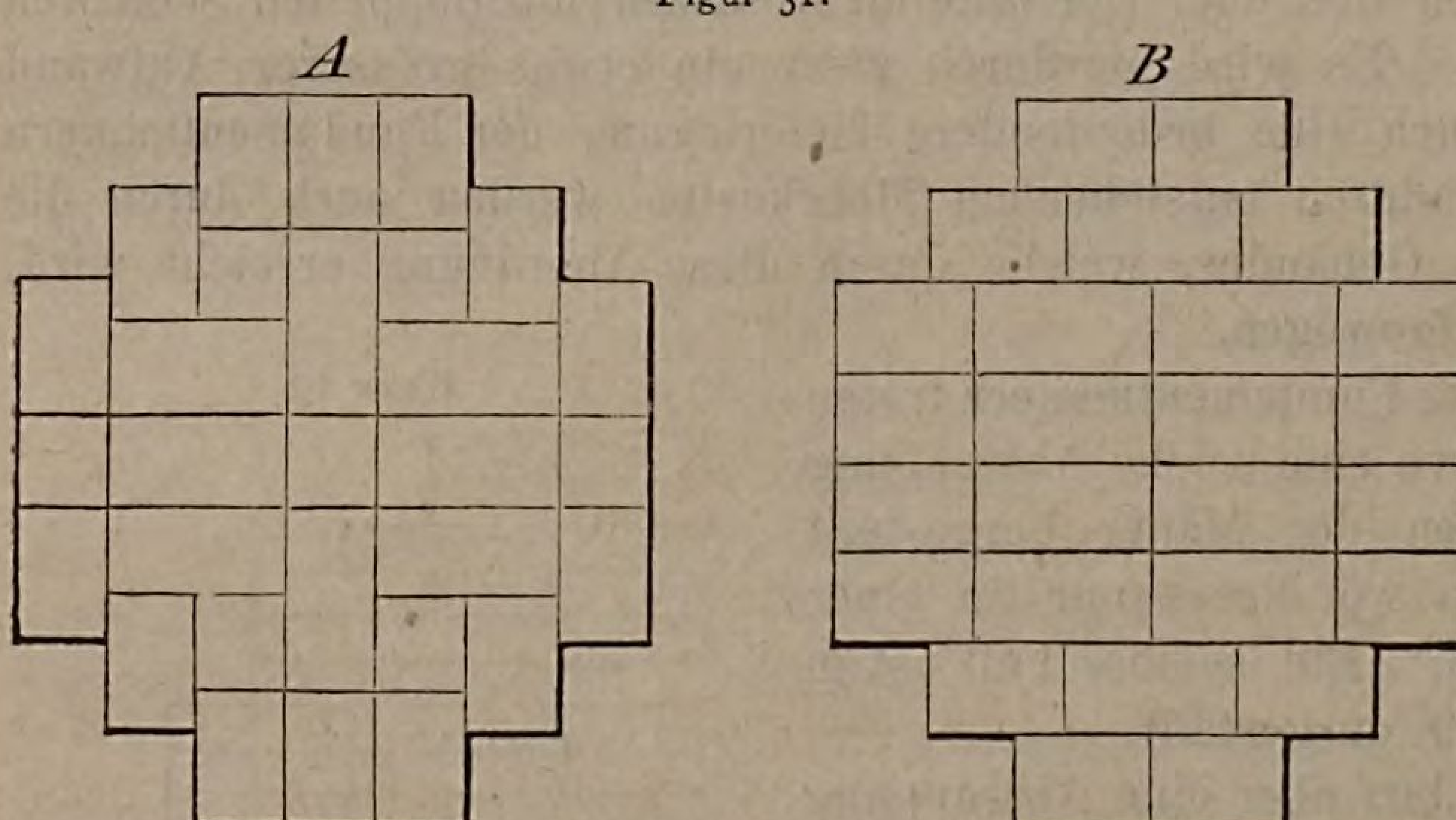


In den beistehenden Figuren 30 AB ist der Verband zu einem quadratförmigen $2^1/_2$ Steine starken Mauerpfeiler dargestellt. Es sind hier in der Schicht A ringsum nur ganze Steine angeordnet, wo dagegen in der Schicht B durch Anwendung von Dreiquartier- und Quartierstücken die vollständige Deckung der Fugen der unteren Schicht A erhalten wird.

Man kann auch einen vollständigen Verband erhalten, wenn man in beiden Schichten neben den Streckern an der Ecke Quartierstücke anlegt, in welchem Falle dann in der Schicht B die Dreiquartierstücke wegfallen würden. Unter diesen Umständen würde man aber in jeder Schicht zwei Reihen Quartierstücke durch die ganze Stärke des Pfeilers jedesmal anwenden müssen, wodurch aber die Festigkeit des Pfeilers jedenfalls erheblich leiden würde, wesshalb es vorzuziehen ist, wenn man, wie hier dargestellt ist, die eine Schicht A aus ganzen Steinen bestehen lässt.

Man könnte auch an zwei gegenüber liegenden Seiten die Schichten anstatt aus ganzen Streckern, aus Dreiquartierstreckern bestehen lassen, und würde dann der an den beiden andern Seiten in der Mitte sich ergebende ganze Läufer durch den ganzen Pfeiler gemauert werden. In solchem Falle würde man aber eine Menge nicht zu verwendender Quartierstücke erhalten, ohne aber eine grössere Festigkeit des Pfeilers dadurch erzielt zu haben.

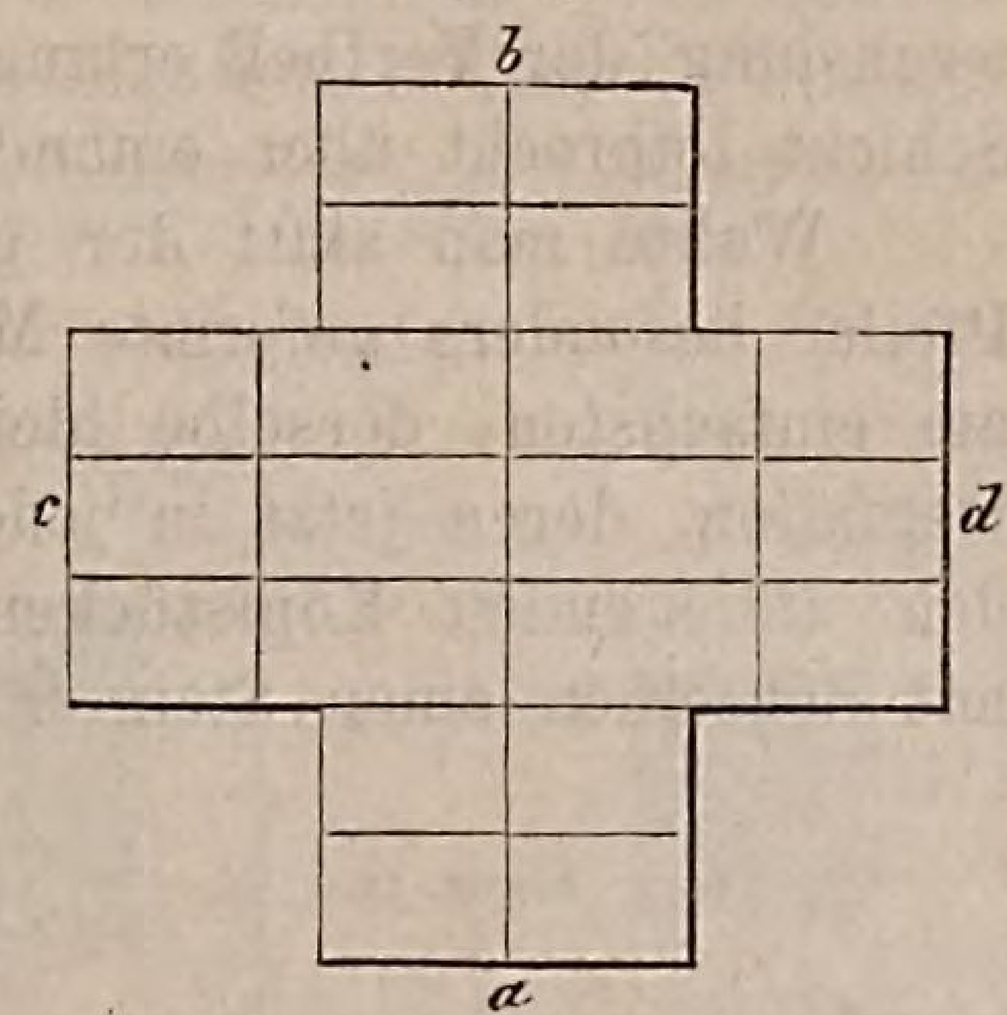
Figur 31.



Der in beistehenden Figuren 31 AB dargestellte Mauerverband eines Pfeilers, der häufig seine Anwendung bei Ausführung von Kreuzgewölben findet, ist sehr leicht aus der bezüglichen Anordnung der einzelnen Schichten A und B zu entnehmen, und bedarf es daher keiner weiteren Erklärung.

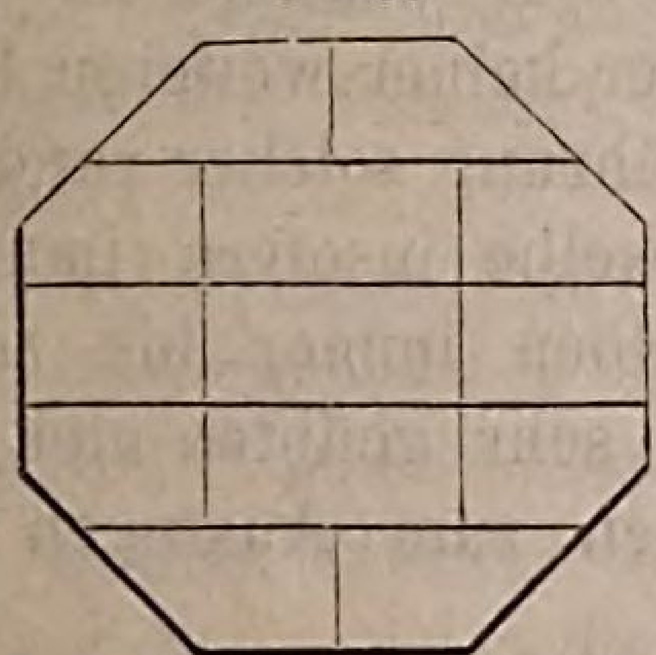
Ebenso ist der in beistehender Figur 32 dargestellte Mauerverband eines kreuzförmigen Pfeilers leicht erklärlich. Die Anordnung der Schichten selbst ist in der ganzen Höhe dieselbe, nur dass sie in ihrer Lage abwechseln, und zwar so, dass die auf die hier dargestellte Läuferschicht folgende Schicht eine Streckerschicht wird, indem die hier durchgehende Fuge a b in der nächsten Streckerschicht nach der Richtung c d zu liegen kommt.

Figur 32.

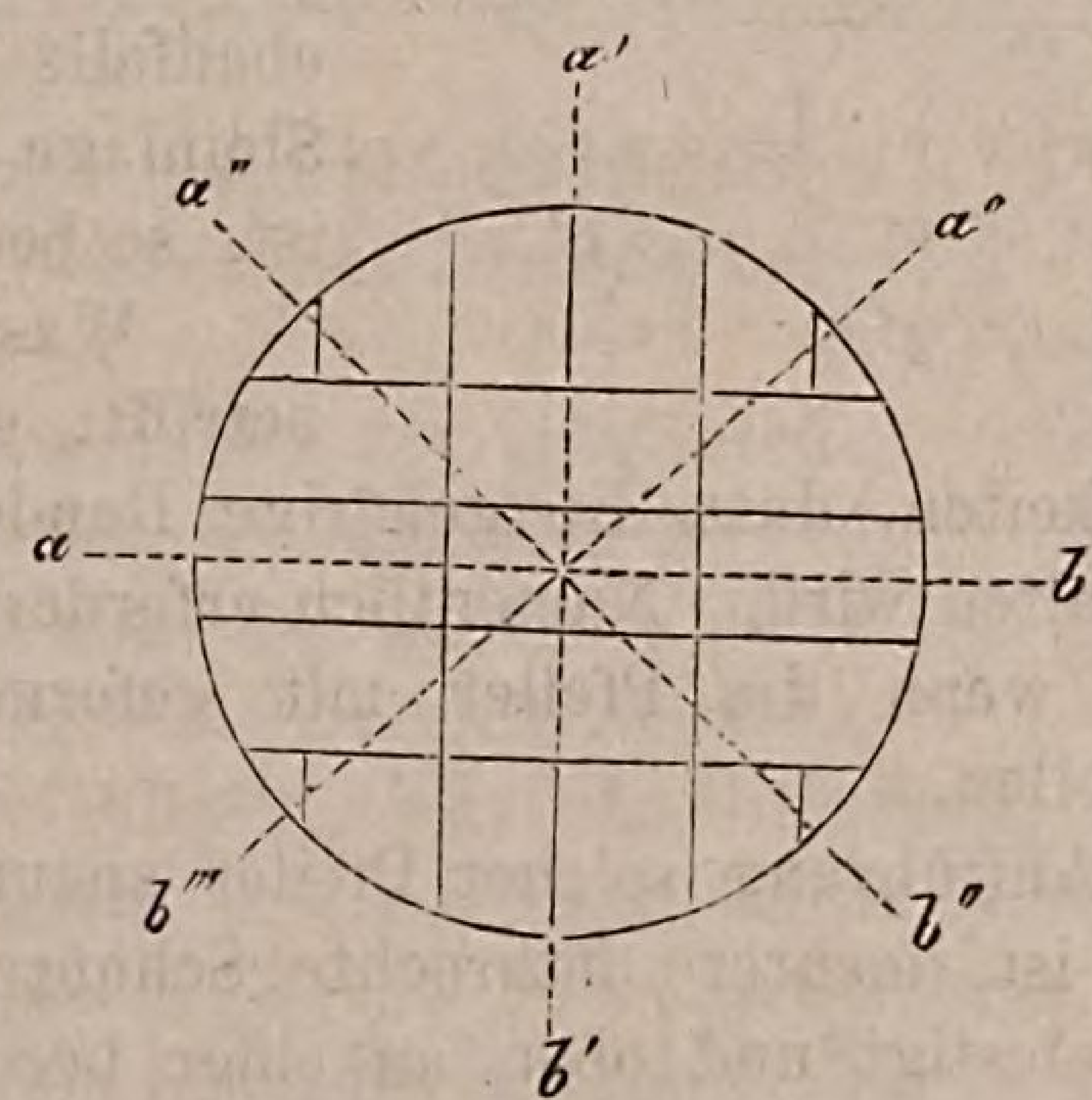


Ein Mauerverband zu einem achteckigen Pfeiler ist in der Figur 33 dargestellt. Auch hier ist die Anordnung des Verbandes in allen Schichten gleich und der Verband oder die Fugendeckung wird hier durch die veränderte Lage der folgenden Schicht erhalten, indem diese letztere um einen Winkel von 90 Grad gedreht wird.

Figur 33.



Figur 34.



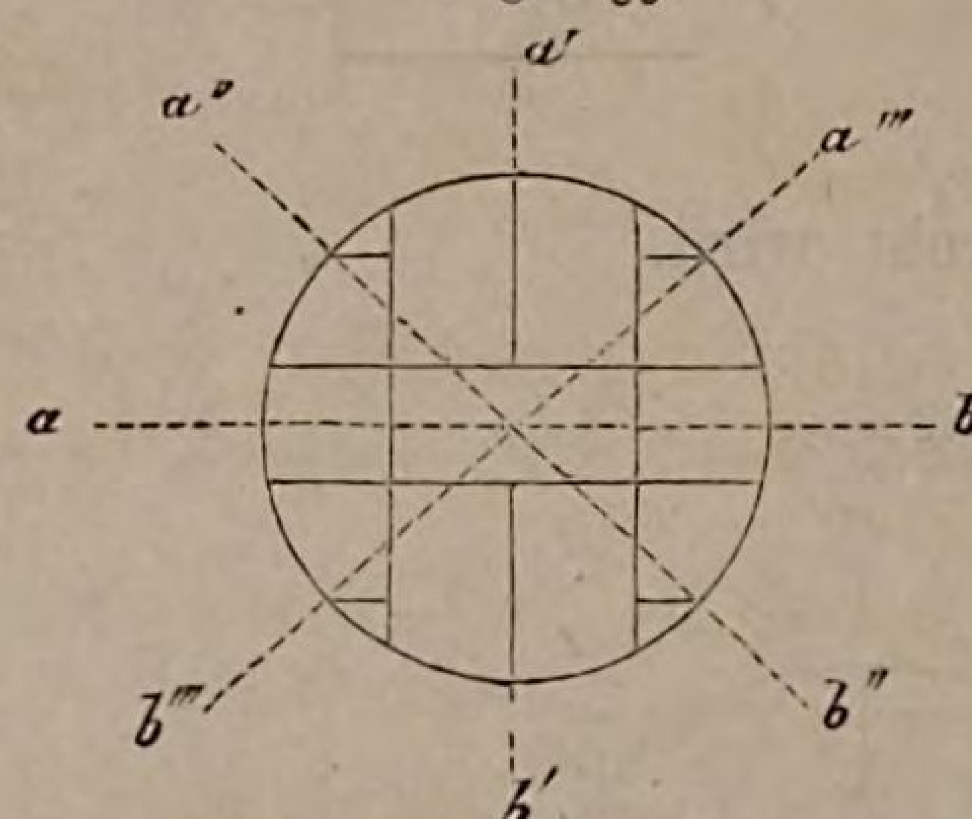
In Figur 34 ist der Steinverband zu einem runden Pfeiler von drei Steinen im Durchmesser dargestellt, und ist hierbei angenommen, dass der Pfeiler aus gewöhnlichen Mauersteinen aufgeführt werden solle, so dass demnach die einzelnen Steine an der äusseren Peripherie jedesmal behauen werden werden müssen.

Die Anordnung der einzelnen Schichten bleibt hier in der ganzen Höhe des Pfeilers dieselbe und wird hier der Verband oder die Fugendeckung nur durch die veränderte Lage der einzelnen Schichten erhalten. Nimmt man die erste Schicht nach der Mittellinie a b gelegt an, so wird die zweite darauf folgende Schicht so gelegt, dass die eben bezeichnete Mittellinie in a′ b′ trifft. Die dritte Schicht wird so gelegt, dass die ursprüngliche Mittellinie a b in die Linie a″ b″ trifft, also die Fugen dieser dritten Schicht die Fugen der beiden untern Schichten unter einem Winkel von 45 Grad schneiden. Die vierte Schicht wird so gelegt, dass ihre Mittellinie a‴ b‴ trifft, also die Fugen dieser Schicht die Fugen der beiden ersten Schichten ebenfalls unter einem Winkel von 45 Grad schneiden. Die fünfte Schicht wird dann wieder so gelegt, dass ihre Mittellinie mit der ursprünglich angenommenen Mittellinie a b zusammentrifft. Es findet hier also eine viermalige Abwechslung in der Lage der Schichten statt. Durch diese Anordnung der einzelnen Schichten

über einander wird vermieden, dass die kleinen dreieckigen Steinstücken, deren in jeder Schicht vier vorkommen, immer auf derselben Stelle lothrecht über einander zu liegen kommen, sondern es wird durch die hier angegebene Abwechslung der Vortheil erlangt, dass diese Stückchen immer nur in der fünften Schicht lothrecht über einander treffen.

Wollte man statt der gewöhnlichen Mauersteine zur Aufführung solcher Pfeiler besonders geformte Mauerziegel anwenden, so würde der Verband, als am einfachsten, derselbe bleiben und es würden nur die kleinen Stückchen wegfallen, deren jetzt in jeder Schicht vier sind, und würden diese dann mit den anliegenden Kopfstücken jedesmal in eins geformt werden und sonach mit denselben einen Stein bilden.

Figur 35.



In der nebenstehenden Figur 35 ist der Steinverband zu einem runden Pfeiler von zwei Steinen im Durchmesser dargestellt.

In Betreff der Anordnung der abwechselnden Reihenfolge der vier Schichten gilt ganz dasselbe, was bei der vorigen Figur angeführt wurde, und da die Bezeichnung der Mittellinien hier ebenfalls dieselbe ist und die Anordnung der Steinlage aus der Figur deutlich zu entnehmen ist, so bedarf es hier keiner weiteren Erklärung.

Was die Ausführung solcher runden Pfeiler betrifft, so hat dieselbe insofern immer einige Schwierigkeiten, dass die gehörige Rundung derselben immer bis zur ganzen Höhe erhalten wird. Namentlich erfordert es einen sehr geübten und akkuraten Arbeiter, wenn die Pfeiler mit geformten Steinen zum Ausfugen gemauert werden sollen.

Bei Aufführung solcher Pfeiler spannt man, wenn die erste Schicht richtig gemauert ist, mehrere lothrechte Schnüre aus, welche unten an die erwähnte Schicht befestigt und oben an einer besonders ausgeschnittenen und auf einen unverrückbaren Gestelle oder Gerüst befestigten Schablone angeheftet werden. Zur Erhaltung der Rundung jeder einzelnen Schicht hat man wieder kurze Schablonen, welche etwa den halben Umkreis des Pfeilers umfassen und bei jeder Schicht, die gemauert wird, gegen die lothrecht gespannten Schnüre angelegt werden, um zu untersuchen, ob die äussere Rundung der Schicht richtig ist.

In den folgenden Beispielen sollen noch einige Schornsteinverbände näher angegeben werden.

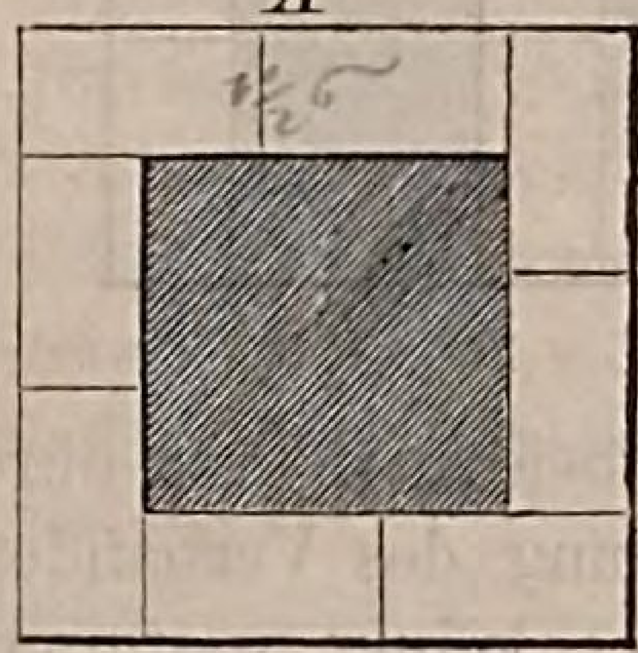
Der Verband einer Schornsteinmauerung richtet sich zunächst nach seinem inneren Querschnitt und seiner inneren Lichtweite. Der innere Querschnitt eines Schornsteins ist gewöhnlich quadratförmig, rund oder achteckig; ein oblonger innerer Querschnitt ist jedenfalls fehlerhaft, weil derselbe sich nicht gehörig reinigen lässt. Man findet Schornsteine, deren innerer Querschnitt die Breite eines Steins beträgt, diese Querschnittsweite ist aber jedenfalls zu eng und setzt dem Abzuge des Rauchs vermöge der stattfindenden Reibung zu vielen Widerstand entgegen. Jedenfalls ist es vorzuziehen, den engeren Schornsteinröhren eine innere Querschnittweite zu geben, deren Seite oder Durchmesser gleich der Länge eines Dreiquartierstücks ist. Bei den gewöhnlichen in Wohnhäusern vorkommenden Schornsteinen nimmt man die Stärke nicht grösser als eine Steinbreite an; dagegen bei Schornsteinen zu grösseren

Feuerungsanlagen muss die Stärke des Umfassungsmauerwerks schon bedeutend mehr betragen. Liegen mehrere Schornsteine nebeneinander und zwar in einem Mauerkörper, so werden dieselben durch massives Mauerwerk von einander getrennt, welches nun entweder die Stärke einer Steinbreite erhält, oder durch Kantsteinmauerwerk hergestellt wird. Diese Trennung zweier Schornsteine heisst insbesondere „Zunge“.

In nebenstehenden Figuren 36 A 37 B sind zwei Schornsteinverbände dargestellt, von denen der eine Schornstein A eine lichte Weite von $1^1/_2$ Steine Länge im Quadrat hat. Der andere Schornstein B hat eine lichte Weite von 1 Stein Länge im Quadrat.

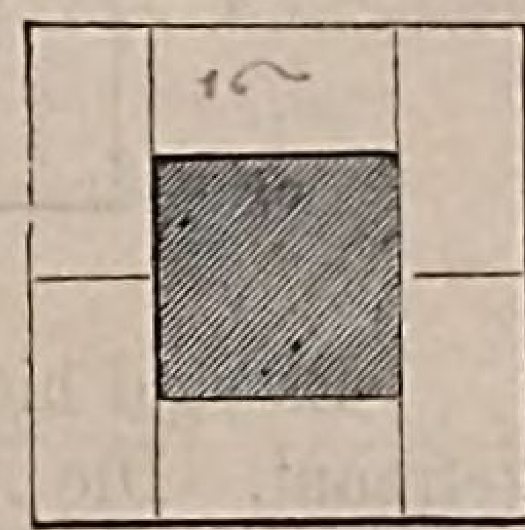
Figur 36.

A



Figur 37.

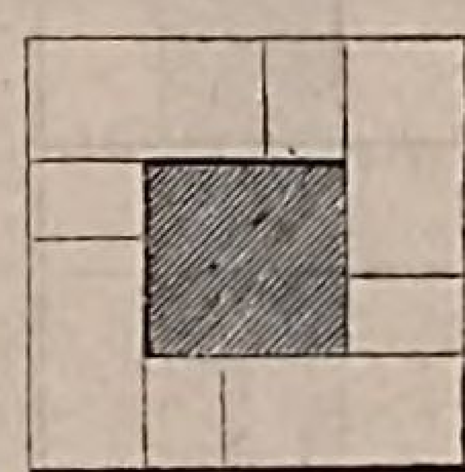
B



In beiden Fällen bleibt die Anordnung der einzelnen Schichten in der ganzen Höhe stets dieselbe, nur erhalten abwechselnd die Schichten bei jedem Schornstein eine andere Lage, wodurch dann die erforderliche Fugendeckung oder der richtige Verband erhalten wird.

In der beistehenden Figur 38 ist der Verband eines Schornsteins dargestellt, welcher eine lichte Weite eines Dreiquartierstücks hat.

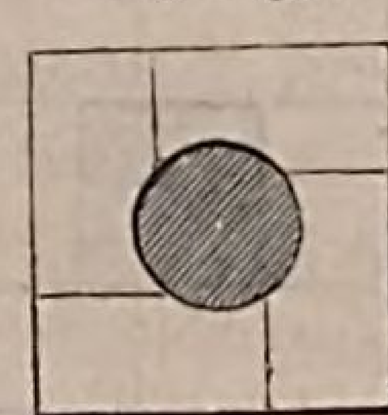
Figur 38.



In vorliegendem Falle ist die Anwendung der eingezeichneten Quartierstücke zur Erhaltung des Verbandes nicht zu vermeiden, oder man müsste jedesmal statt des ganzen Steines und des Quartierstücks an der Ecke ein Dreiquartierstück und in der Mitte einen halben Stein anlegen, was aber durchaus nicht vorzuziehen ist, weil, wenn auch die Anzahl der Stossfugen stets dieselbe bleibt, ein ganzer Stein doch besser überbindet, als ein Dreiquartierstück.

In nebenstehender Figur 39 ist ein Schornsteinverband dargestellt, welcher im Innern einen runden Querschnitt hat.

Figur 39.



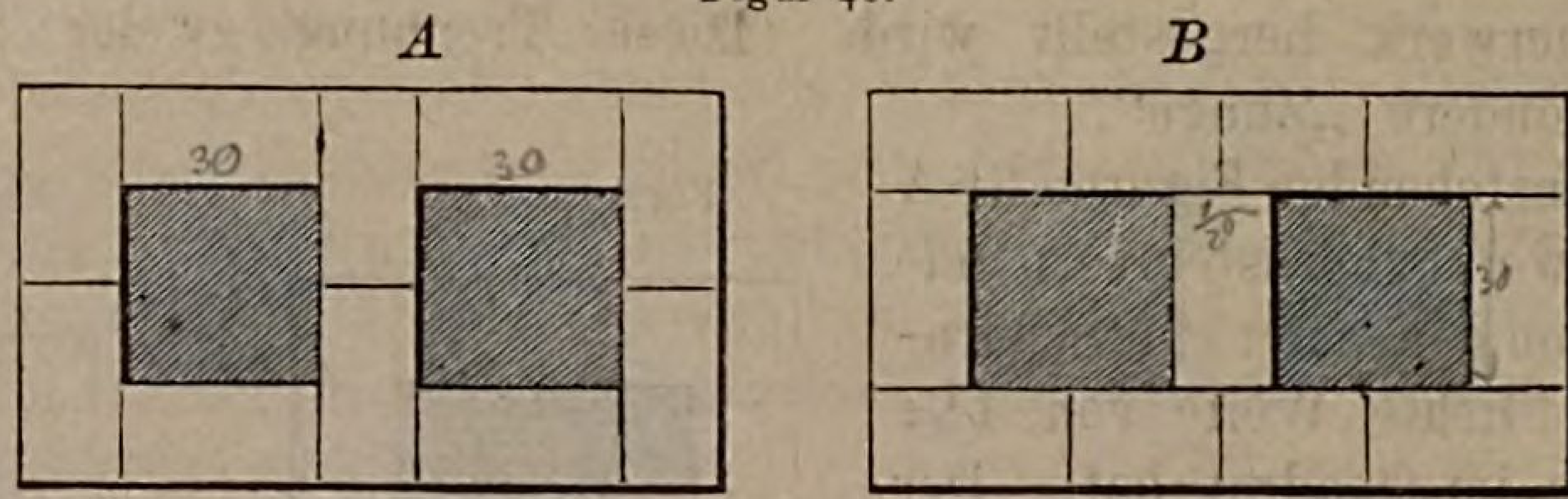
Es ist hier angenommen, dass der Schornstein aus gewöhnlichen Mauersteinen aufgeführt werde. Der Verband bleibt in allen Schichten wieder derselbe und wird eine Dekung der Fugen durch Umlegung jeder nächstfolgendenSchicht vollständig erreicht, wie hier leicht zu ersehen ist.

Es ist hier übrigens die Lage der Steine so angeordnet, dass sowol besonders dazu geformte Steine, als auch gewöhnliche Mauersteine, die dann nach der Form der inneren Rundung der Röhre an der inneren Seite ausgehauen werden, dazu angewendet werden können. In diesem letzteren Falle bedient man sich, um den inneren Querschnitt der Röhre überall gleich zu erhalten, eines rund bearbeiteten Holzes von der Stärke des Querschnitts der Röhre, welches man in die Schornsteinröhre einsteckt und vermauert.

Ein solches Holz hat etwa eine Länge von 94 Zentimeter und ist an seinem oberen Ende mit einer Handhabe versehen, um es leicht wieder in die Höhe ziehen zu können, sobald der Schornstein höher gemauert ist. Dieses Holz dient gleichzeitig auch dazu, um die innere Röhre an ihrem Umfang mit Mörtel auszuputzen, indem man Mörtel und Wasser in den engen Zwischenraum zwischen Holz und Mauerwerk eingibt und durch Aufziehen und Niederschieben des Holzes den Mörtel gegen die Wandung der Röhre anpresst.

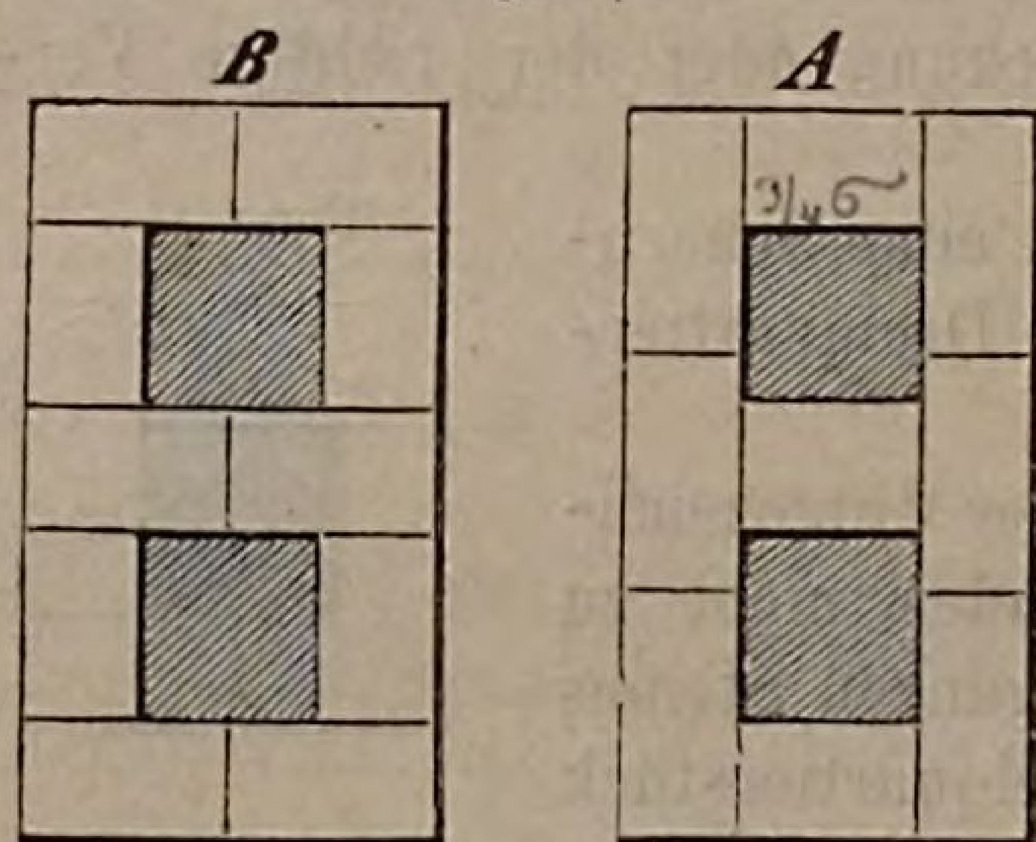
In nachstehenden Figuren 40 A B ist der Verband zweier neben einander liegender Schornsteinröhren dargestellt, von welchen jede einen quadratförmigen Querschnitt hat, dessen Seite gleich der Länge eines Steins. ist.

Figur 40.



Es sind hier die beiden Röhren durch eine einen halben Stein breite Zunge getrennt. Die Anordnung des Verbandes ist hier sehr leicht aus den Figuren ersichtlich, wesshalb es keiner weiteren Erklärung bedarf.

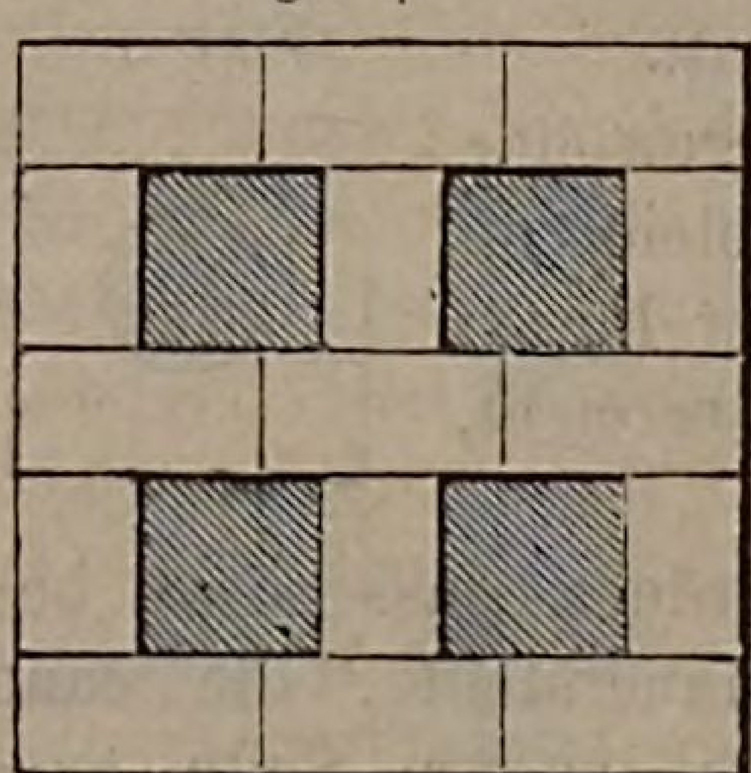
Figur 41.



Bei dem in beistehenden Figuren 41 A B dargestellten Schornsteinverband; wo ebenfalls zwei neben einander liegende Schornsteinröhren von gleichen quadratischen Querschnitt durch eine einen halben Stein breite Zunge getrennt werden, ist jedoch die Weite der einzelnen Schornsteinröhren gleich der Länge eines Dreiquartierstücks angenommen.

Es sind hier in der Schicht A nur die beiden langen Seiten aus ganzen Steinen hergestellt. Die übrigen Steine in beiden Schichten A und B bestehen aus Dreiquartierstücken. Die Anordnung des Ganzen ist aus den Figuren leicht erklärlich.

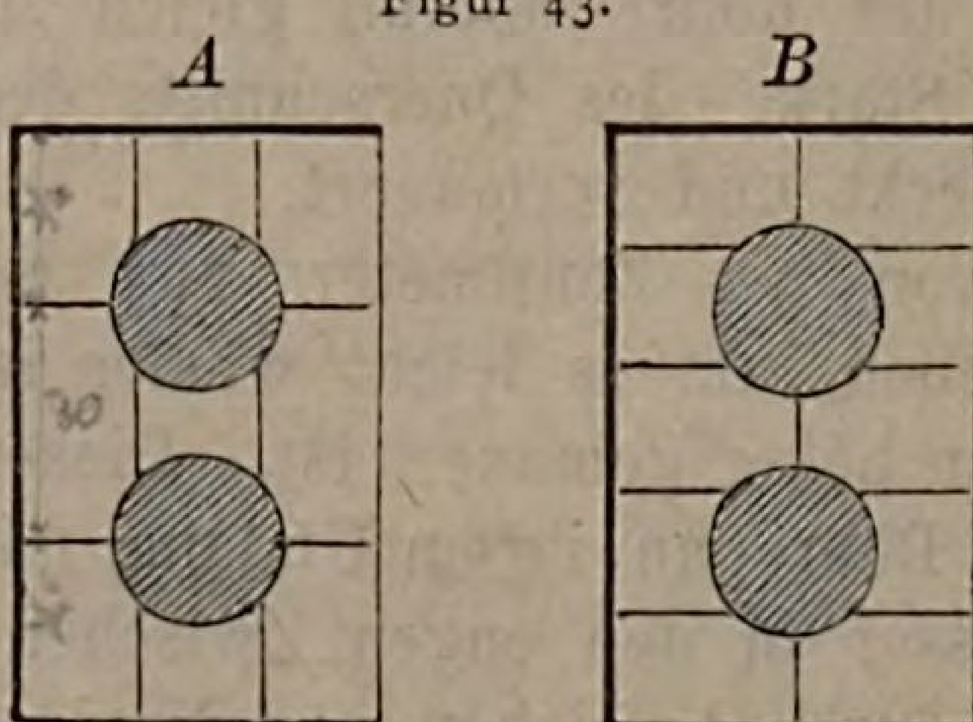
Figur 42.



Ebenso ist der in beistehender Figur 42 dargestellte Schornsteinverband, wo vier neben einander liegende quadratförmige Schornsteinröhren von der Lichtweite eines Dreiquartierstücks durch eingemauerte Zungen von einander getrennt werden, leicht erklärlich.

Die Anordnung des Verbandes bleibt hier in allen Schichten dieselbe und wird die gehörige Fugendeckung durch die veränderte Lage der nächstfolgenden Schicht erhalten. Drei durchgehende Mauern werden hier jedesmal durch drei an einander gelegte ganze Steine gebildet, wo dagegen die drei Zwischenmauern dann aus Dreiquartierstücken bestehen.

Figur 43.



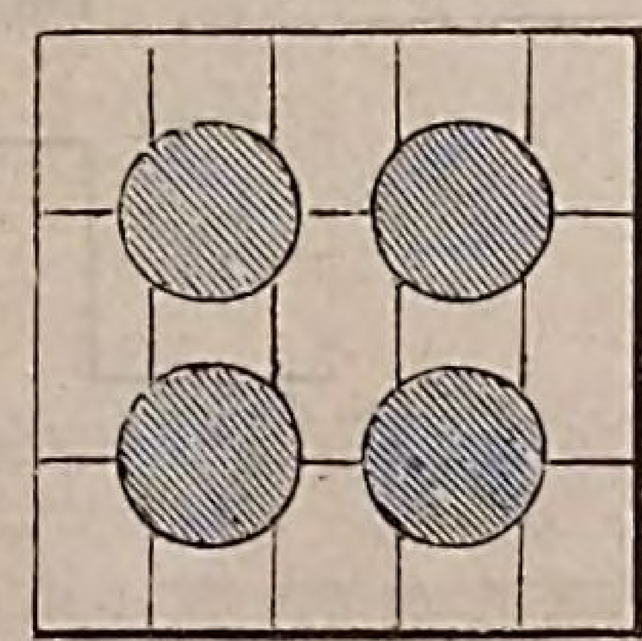
In beistehenden Figuren 43 A B ist der Steinverband zu zwei neben einander liegenden Schornsteinröhren mit kreisrundem Querschnitt dargestellt.

Die Anordnung des Verbandes ist leicht aus den beiden Figuren zu entnehmen und bedarf es daher in dieser Beziehung keiner weiteren Erklärung. Bei Aufführung der Schornsteinröhren wird ebenfalls, wie dieses bereits oben angeführt ist, ein rundes Holz, dem Durchmesser jeder Röhre ent-

sprechend angewendet und dieses ummauert. Man kann auch hier zur Aufführung der Röhren besonders geformte Steine anwenden, allein es wird dadurch jedenfalls ein grösserer Kostenaufwand erfordert, weil in dem vorliegenden Falle schon fünf verschiedene Arten von geformten Steinen erforderlich sein würden. Man findet es zwar vielfach befürwortet, bei Ausführung der runden Röhren sich dazu der Formsteine zu bedienen, ohne aber dabei zu berücksichtigen, dass dieselben sich einfacher und mit geringerem Kostenaufwande mit gewöhnlichen Mauersteinen aufführen lassen, welche Arbeit auch jedenfalls vollständig genügt, da die Röhren beim Aufmauern im Inneren stets vollständig mit Kalkmörtel ausgeputzt werden. Dieses Ausputzen mit Kalkmörtel muss bei Röhren, die aus besonders geformten Steinen ausgeführt werden, ebenfalls geschehen.

In beistehender Figur 44 ist der Steinverband zu vier neben einander liegenden Schornsteinröhren mit kreisrundem Querschnitt dargestellt.

Figur 44.

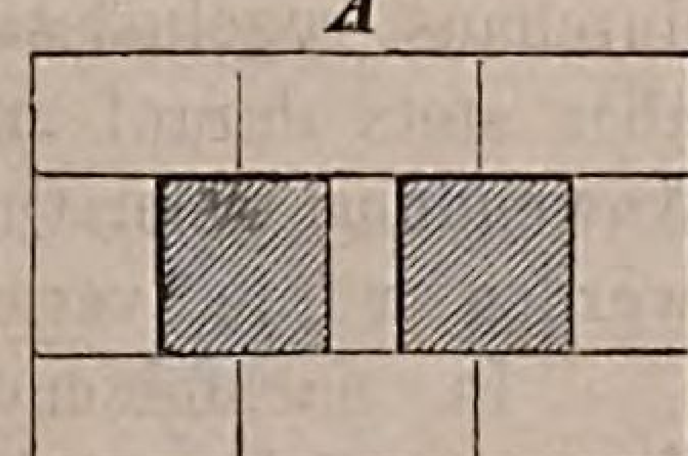


Die Anordnung der Schichten bleibt in der ganzen Höhe der Aufführung dieselbe und wird die erforderliche Fugendeckung ebenfalls hier durch die veränderte Lage der nächstfolgenden Schicht jedesmal erhalten. Auch hier ist es votheilhafter sich der gewöhnlichen Mauersteine statt der besonders geformten Steine zur Aufführung zu bedienen. Die Aufmauerung geschieht hierbei in ähnlicher Weise, wie dieses bereits bei den vorhergehenden Beispielen angeführt wurde.

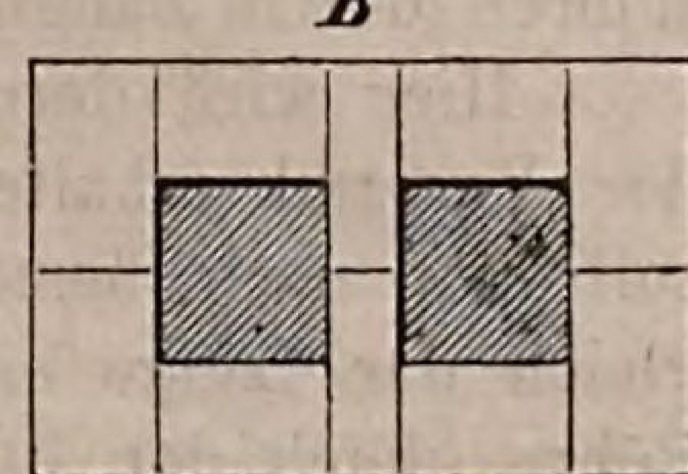
Oben wurde angeführt, dass man die Trennungen zwischen je zwei Schornsteinröhren, die sogenannten Zungen in der Stärke eines halben Steines oder auch aus auf der hohen Kante gemauerten Steine (aus Kantsteinen) herstelle. Wenn nun auch nicht zu bezweifeln ist, dass eine Zunge in der Stärke eines halben Steins einen besseren Verband mit dem übrigen Gemäuer zulässt, so ist man doch manchmal genötigt, zumal, wenn es darauf ankommt, etwas an Raum zu gewinnen, die Zungen zwischen den Schornsteinröhren aus einem Kantsteingemäuer bestehen zu lassen. In Hinsicht der Feuersicherheit bei diesen kleineren Schornsteinröhren, steht dieser Anordnung durchaus nichts entgegen, vorausgesetzt, dass immer der gehörige Verband berücksichtigt wird, sodass keine Steine herausfallen können. Aber auch in Betreff der Festigkeit eines solchen Gemäuers macht es eben keinen so erheblichen Unterschied, wenn die Zunge in der Stärke eines halben Steines oder in der Stärke eines Kantsteins ausgeführt wird, zumal, wenn die Schornsteinröhren einen grösseren Querschnitt als den eines halben Steines Breite erhalten. Die Hauptsache ist und bleibt, dass nur durch Anordnung und Einhaltung eines richtigen Verbandes dafür Sorge getragen wird, dass die auf den Kantstein ausgeführten Zungen nicht herausfallen können.

Figur 45.

A



B

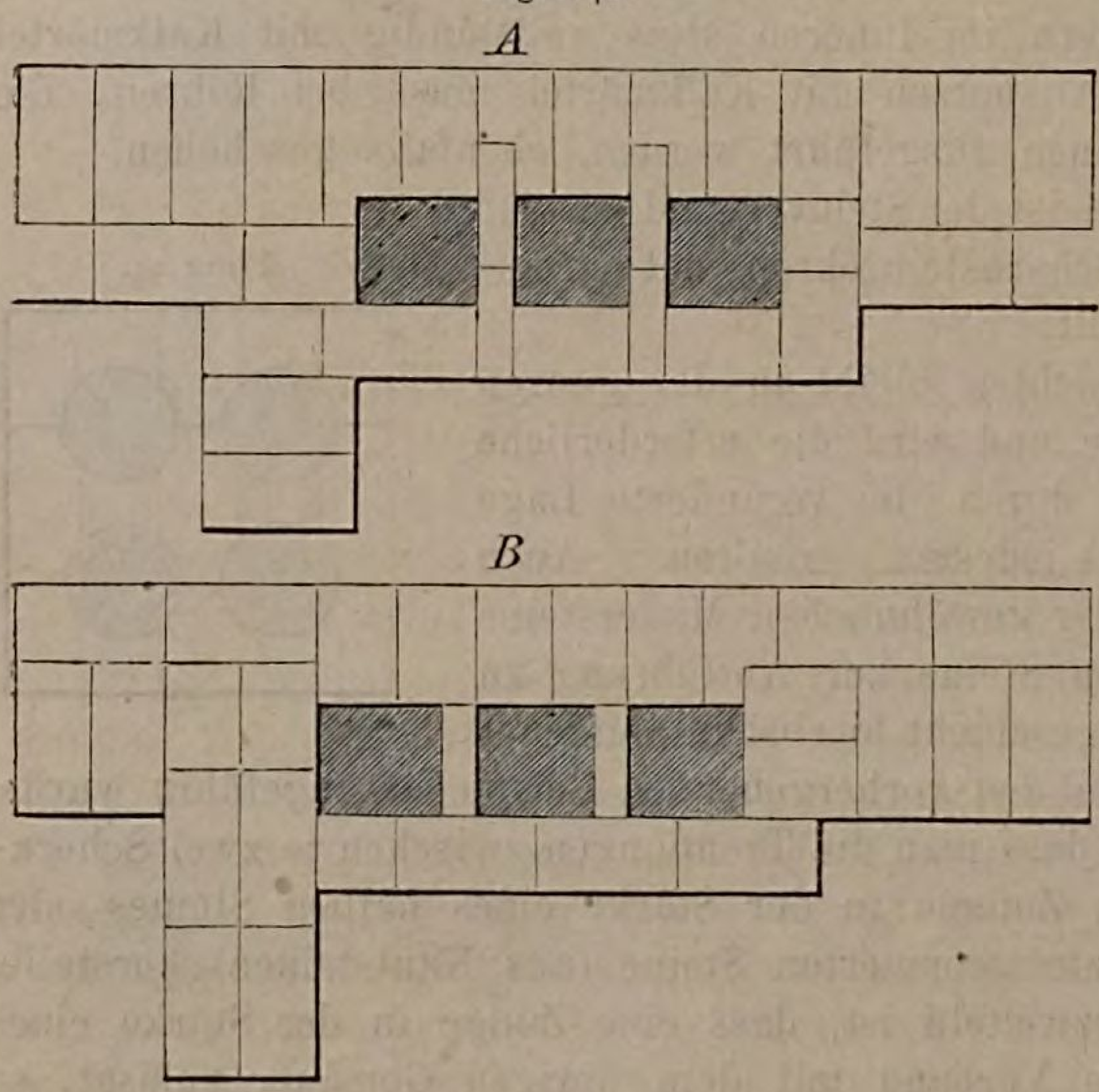


In beistehenden Figuren 45 A B ist der Steinverband zu zwei neben einander liegenden Schornsteinröhren, deren innerer Querschnitt die Weite eines Dreiquartierstücks hat, und welche durch eine Kantsteinzunge von einander getrennt sind, näher dargestellt.

Es ist hierbei zu bemerken, dass jede Kantsteinschicht der inneren Zunge jedesmal zwei äusseren Schichten des äusseren Umfassungsmauerwerks gleichkommt. Hiernach ist in Rücksicht auf die Schicht A die Anordnung der

darauffolgenden Schicht so zu treffen, dass die beiden mittleren Steine an den langen Seiten jedesmal inmitten der Kantsteinzunge zusammentreffen. Bei der darauffolgenden Schicht, wo die Kantsteinzunge ganz durchreicht, werden zu beiden Seiten derselben grössere Quartierstücke angemauert, worüber dann die in B angeordnete Schicht B folgt. Auf diese Schicht folgt dann unmittelbar wieder die Schicht A.

Figur 46.



In beistehenden Figuren 46 A B ist ein Fall dargestellt, wo drei neben einander liegende Schornsteinröhren jedesmal durch eine Kantsteinzunge getrennt werden.

Es ist hier angenommen, dass die Röhren, welche die Weite eines Dreiquartierstücks haben, um die Länge eines Dreiquartierstücks in die 1 ½ Steine starke Mauer hinein greifen und an der äusseren Seite dann wieder durch ein einen halben Stein starkes Vorgelege gedeckt werden. Auch hier befasst jede Schicht der Kantsteinzunge jedesmal zwei äussere Schichten und ist danach dann der Verband der äusseren Mauern zu ordnen. Hierbei ist aber noch zu bemerken, dass man, soweit die äussere Mauer die Schornsteinröhren begrenzt, an dieser Stelle im Aeusseren nicht eine Abwechselung von Läufer- und Streckerschichten anordnen muss, weil sonst in jeder Läuferschicht im Innern der Röhren Quartierstücke gegengemauert werden müssten, wodurch aber nur ein mangelhaftes Mauerwerk erhalten werden würde. Man muss hier in der ganzen Höhe, soweit die Schornsteinröhren sich erstrecken, im Aeusseren in allen Schichten Strecker mauern, wie hier auch in beiden Schichten A und B näher angegeben ist.

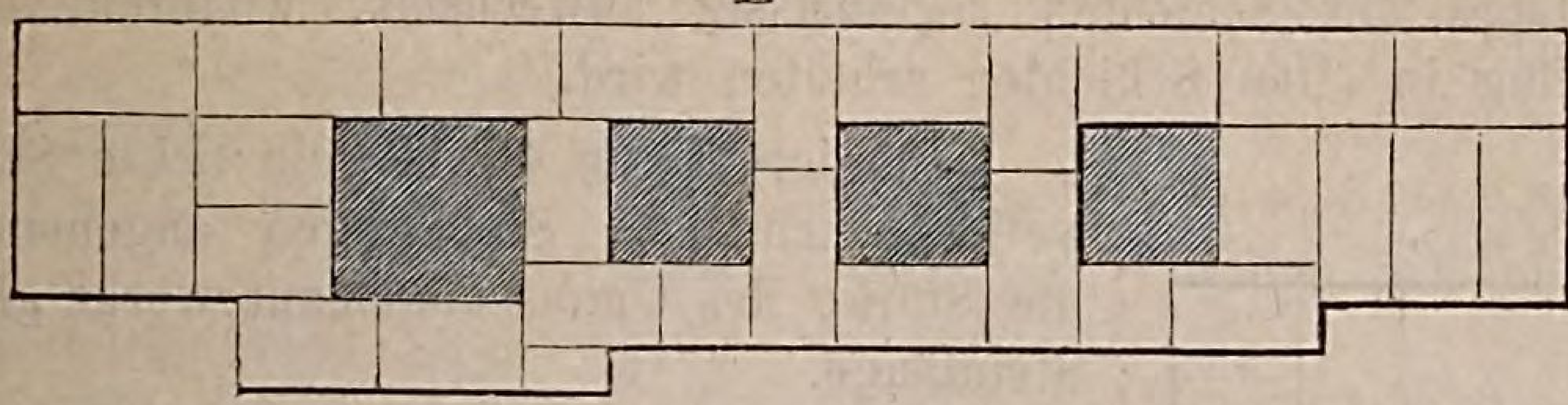
Es ist hier leicht ersichtlich, dass in solchen Fällen nicht immer ein durchaus regelmässiger Mauerverband inne gehalten werden kann; man hat aber stets darauf zu sehen, dass der Verband so angeordnet werde, dass die Anwendung vieler Quartierstücke, wodurch nur ein schwacher Verband erhalten werden würde, vermieden wird.

In nachfolgender Figur ist die Anordnung mehrerer neben einander liegender Schornsteinröhren von verschiedenem Querschnitt dargestellt, welche Röhren durch Zungen von der Stärke eines halben Steins getrennt werden.

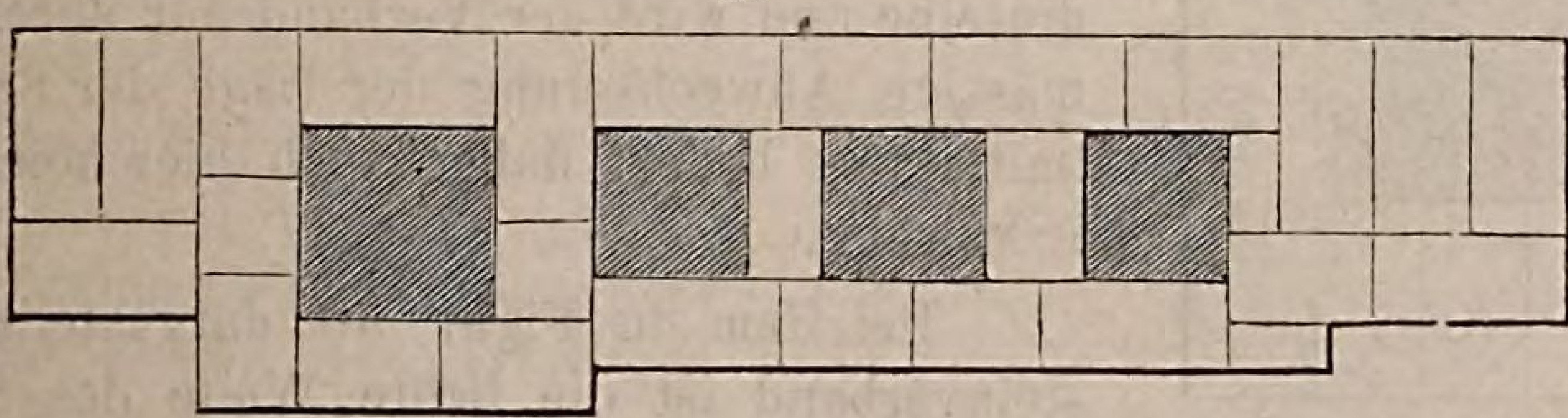
Hier wird durch die regelmässige Abwechselung der Schichten A und B der Verband erhalten und bedarf es daher keiner weiteren Erklärung, nur soll hier noch bemerkt werden, dass der Querschnitt der kleineren Röhren gleich der Länge eines Dreiquartierstücks, dagegen die Weite der grösseren Röhre gleich der Länge eines ganzen Steins angenommen ist.

Figur 47.

A



B



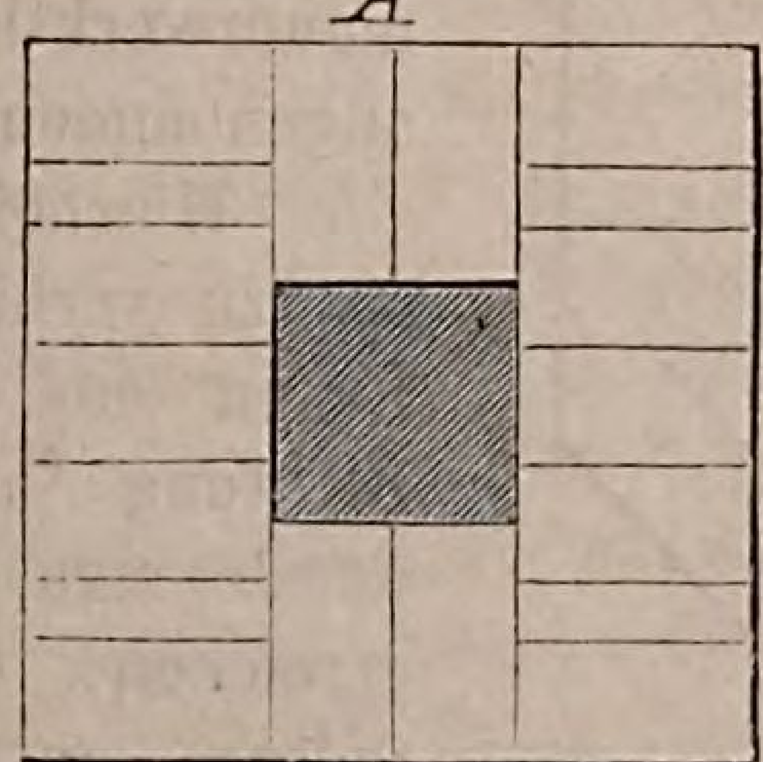
Es könnten hier noch manche ähnliche Beispiele angeführt werden, allein die hier angegebenen werden jedenfalls genügen, um dasjenige, was bei Aufführung von Schornsteinröhren in Hinsicht des Mauerverbandes derselben zu berücksichtigen ist, daraus entnehmen zu können. Ueberhaupt aber können die vorkommenden Fälle so sehr verschiedenartig sein, dass man sich doch immer nur darauf beschränken müsste, einige besondere Fälle anzuführen.

Bei allen hier gegebenen Fällen ist die Röhrenweite meistens gleich der Länge eines Dreiquartierstücks genommen, weil hierbei der Mauerverband etwas schwieriger herzustellen ist, als bei denjenigen, wo die Schornsteinröhren nur die Weite eines halben Steines haben, wo dann mit Leichtigkeit und ohne Veränderung des äusseren Mauerverbandes dieselben in der Mauer anzubringen sind. Uebrigens ist es in manchen Städten auch Gesetz, dass die engen Schornsteinröhren einen Querschnitt von der Länge eines Dreiquartierstücks mindestens erhalten müssen, welcher Querschnitt auch den praktischen Erfahrungen jedenfalls besser entsprechend ist, als diejenigen Querschnitte, welche nur die Länge eines halben Steins betragen.

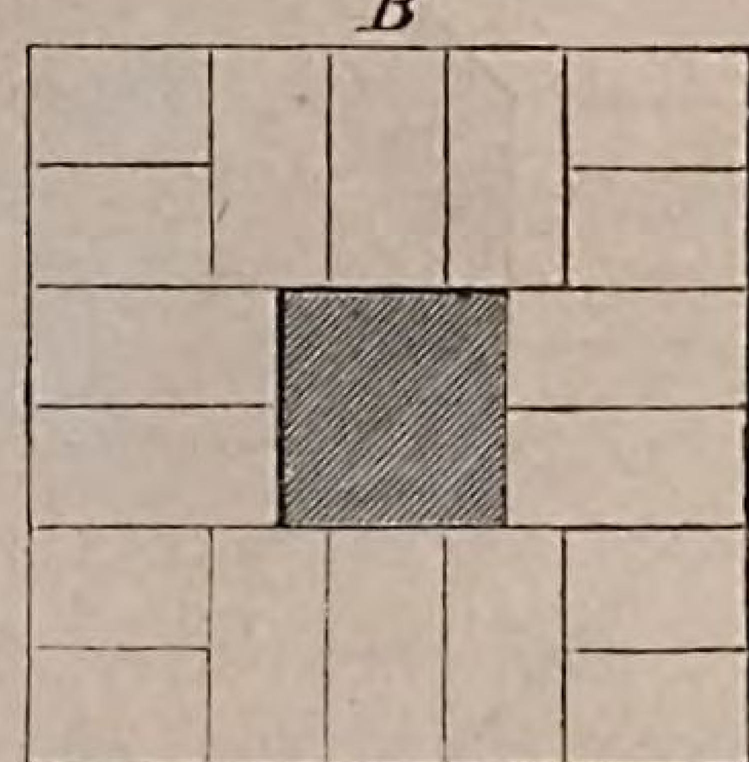
In den beiden nachfolgenden Figuren 48 A B ist der Steinverband zu einem Schornstein angegeben, dessen lichte Weite gleich einer Steinlänge ist und dessen Umfangsmauern ebenfalls einen Stein stark sind.

Figur 48.

A



B

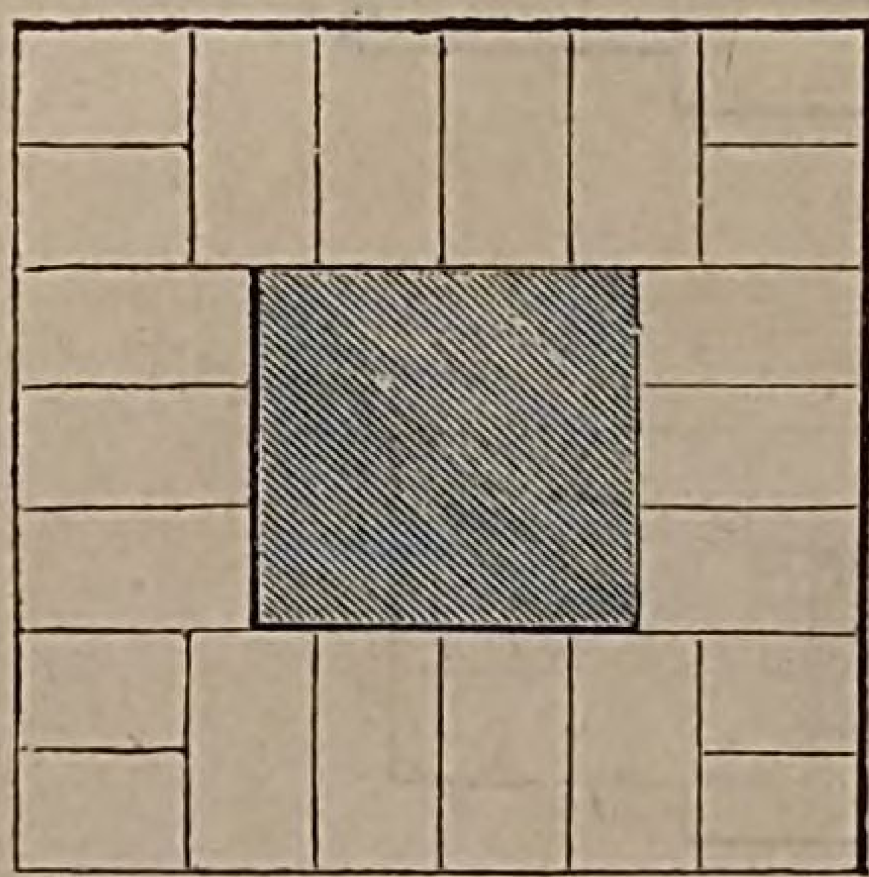


In Figur A ist zur Erhaltung des Verbandes an den Ecken der Streckerschichten, neben jedem Strecker ein Quartierstück angeordnet, und bleibt der Verband in allen Schichten derselbe, nur dass die Lage der Schichten regelmässig abwechselt.

In Figur B sind zur Erhaltung des Verbandes in den Streckerschichten an den Ecken Dreiquartierstücke angeordnet und statt der Durchlegung von Läufern überall auch in den Läuferschichten Strecker

angeordnet. Der Verband bleibt auch hier in allen Schichten derselbe, nur dass die Lage der Schichten regelmässig abwechselt, wodurch vollständige Fugendeckung in allen Schichten erhalten wird.

Figur 49.

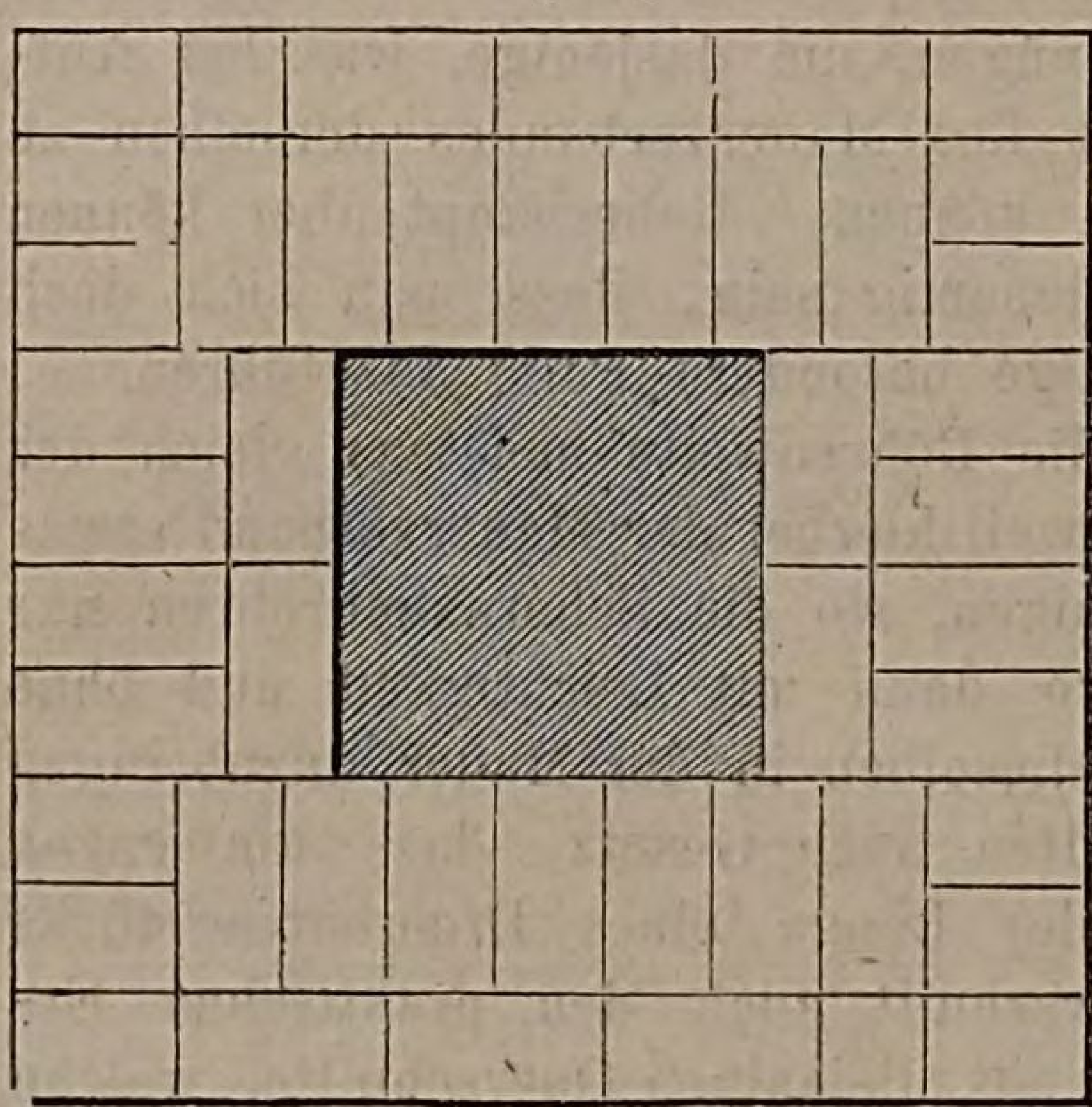


In der Figur 49 ist die lichte Schornsteinweite gleich $1\frac{1}{2}$ Steinlängen angenommen und die Stärke des Umfassungsmauerwerks gleich einer Steinlänge.

Die Anordnung des Mauerverbandes bleibt auch im vorliegenden Falle in allen Schichten dieselbe und wird der Verband nur durch die regelmässige Abwechselung der Lage der Schichten erhalten; es bedarf daher auch hier keiner weiteren Erklärung.

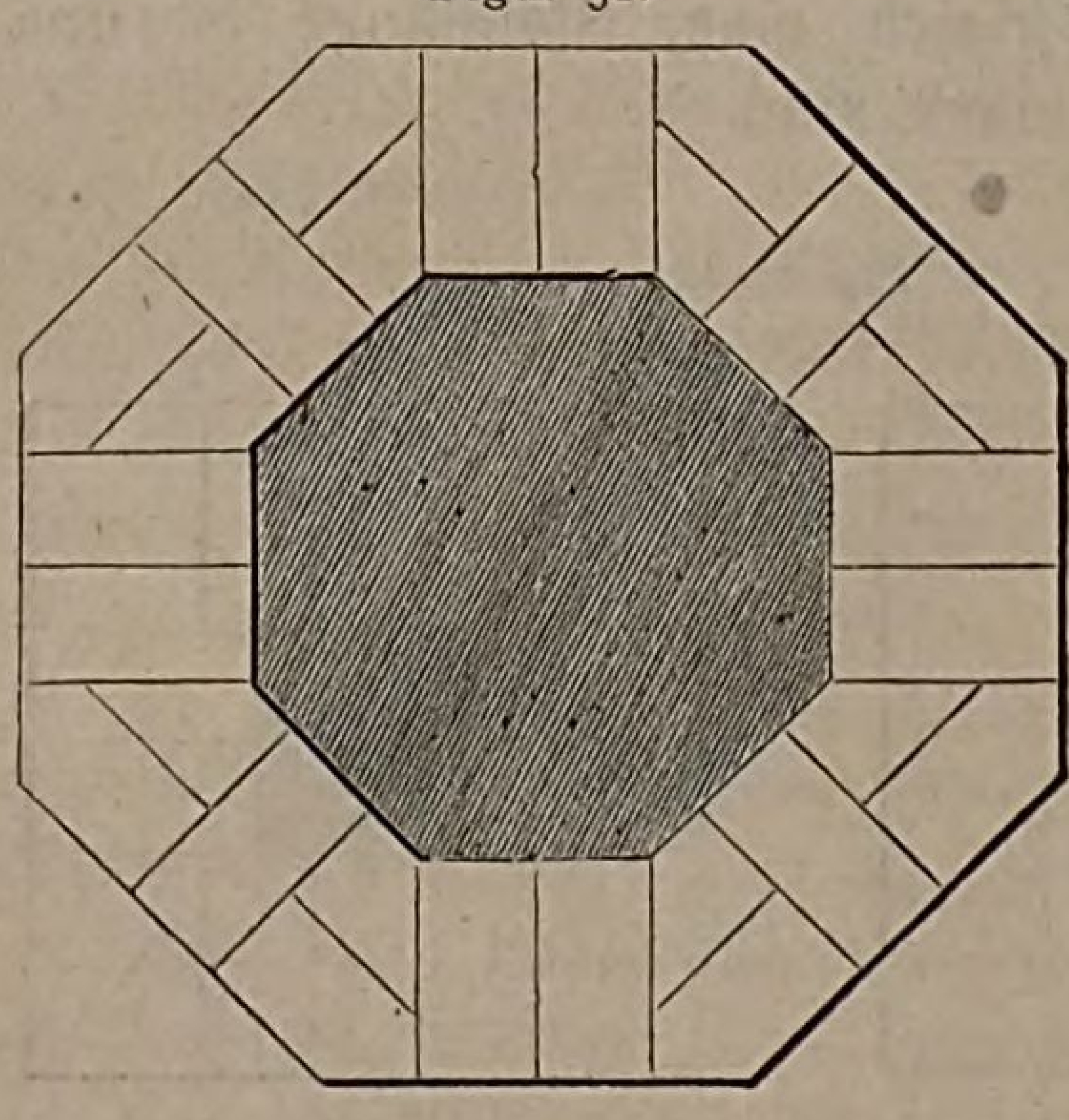
Bei dem in Figur 50 dargestellten Schornsteinverband ist die lichte Weite des Schornsteins gleich zwei Steinlängen angenommen und die Stärke des Umfassungsmauerwerks beträgt hier $1\frac{1}{2}$ Steine.

Figur 50.



Die Anordnung des Verbandes ist hier in allen Schichten gleich und wird, wie dieses auch schon bereits oben mehrfach angeführt ist, die Fugendeckung durch die regelmässig abwechselnd veränderte Lage der Schichten erhalten. Mit Leichtigkeit lässt sich hier der Kreuzverband einhalten, wenn man den in jeder Läuferschicht vorhandenen Kopf abwechselnd einmal hinter dem Dreiquartierstück an der einen Ecke und in der nächstfolgenden Läuferschicht an der anderen Ecke anbringt.

Figur 51.



In der beistehenden Figur 51 ist der Schornsteinverband eines Schornsteins von achteckigem Querschnitt angegeben.

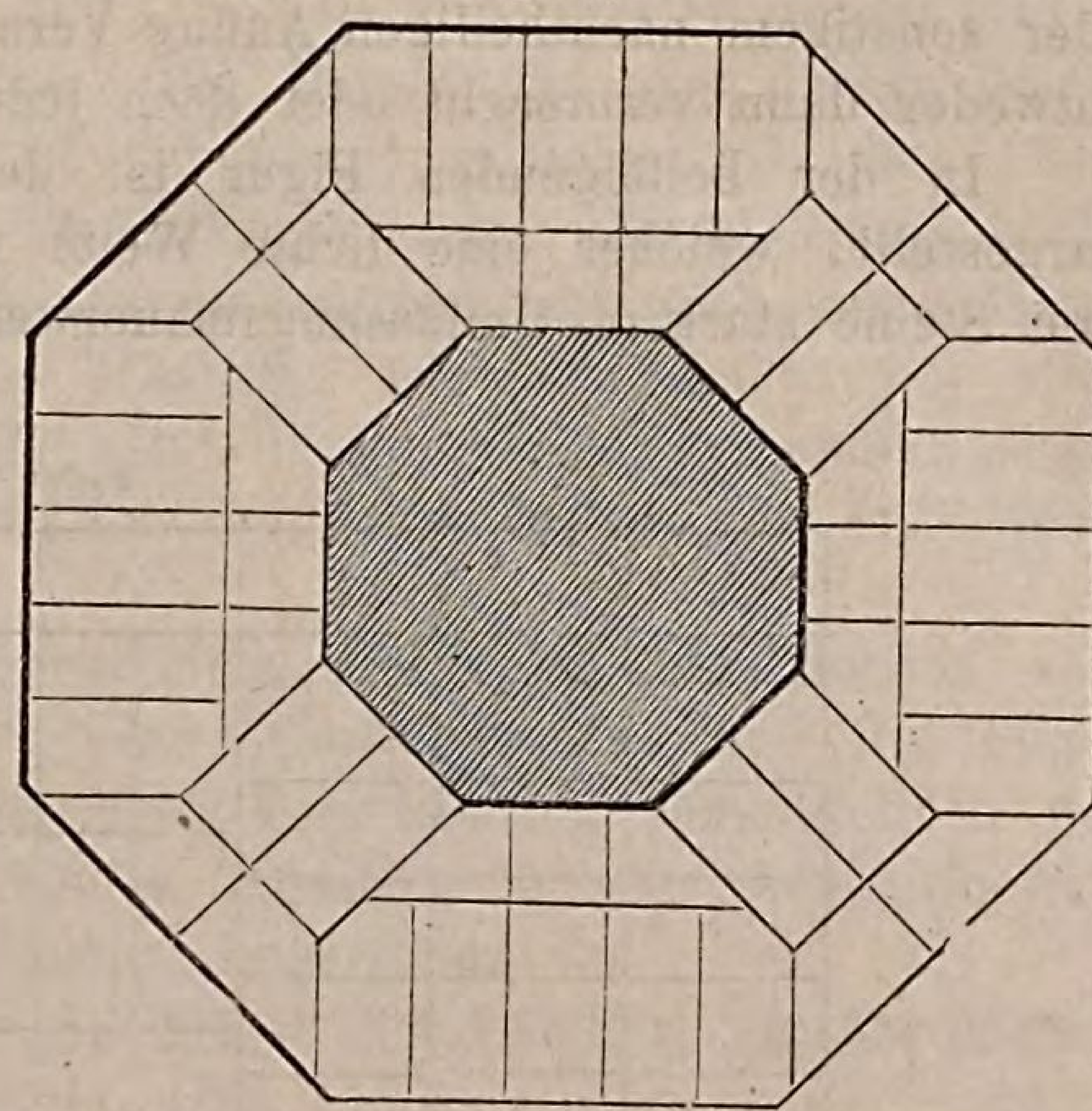
Der innere Durchmesser beträgt hier $2\frac{1}{2}$ Steine Länge, und ist das Umfassungsmauerwerk hier in der Stärke eines Steines angenommen.

Hierbei kommt es hauptsächlich darauf an, zu verhindern, dass von den äusseren Ecken aus die Fugen nach diagonaler Richtung angeordnet werden. Einmal würde man dadurch den grossen Nachtheil erreichen, dass die Steine mit langen Spitzen an einander zu liegen kämen; ferner würde es aber auch nicht möglich sein, mit der nächstfolgenden Schicht und namentlich an der inneren Seite des Schornsteins den Verband einzuhalten. Die Anordnung des Verbandes ist

hier in allen Schichten dieselbe und wird die Fugendeckung durch die regelmässig abwechselnde Lage der Schichten auf einander vollständig.

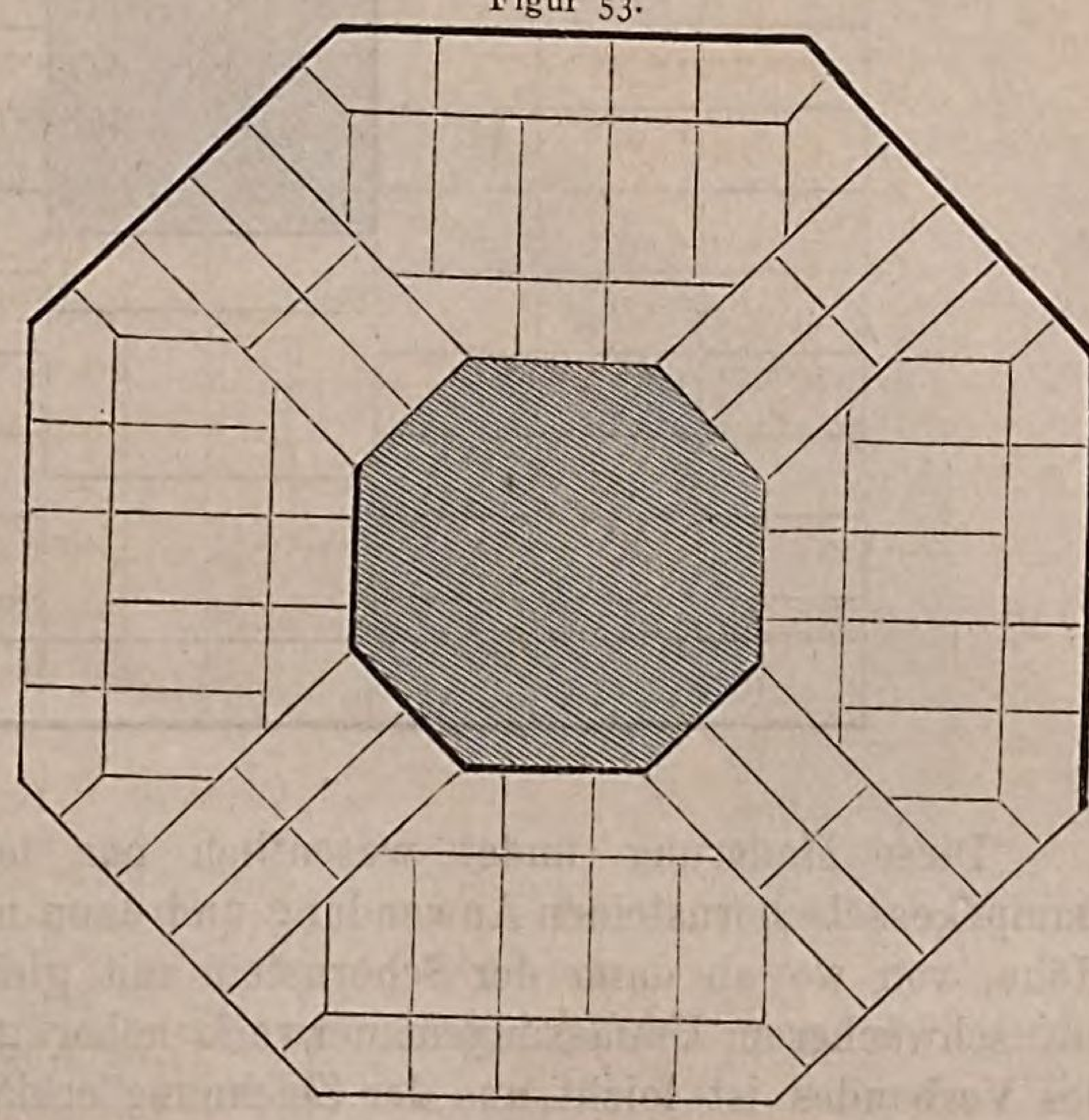
Das eben angeführte gilt auch in Bezug auf die beiden folgenden Figuren 52 und 53.

Figur 52.



Der innere Querschnitt ist hier in beiden Fällen gleich angenommen mit dem im vorhergehenden Fall. Nur ist hier die Stärke des Umfassungsmauerwerks in dem einen Falle zu $1^1/_2$ Steinen Stärke und in dem anderen Fall zu zwei Steinen Stärke angenommen. Die Anordnung des Mauerverbandes ist deutlich ersichtlich und ist hierbei nur zu bemerken, dass jedesmal die Schicht, welche an einer Seite als Läuferschicht erscheint, in der anliegenden Seite Streckerschicht werden muss, ganz in derselben Weise, als wenn zwei unter rechtem Winkel an einanderstossende Mauern eine Ecke bilden, wie dieses oben näher angegeben wurde. Nur dadurch lässt sich hier in allen drei Fällen in den Ecken ein ordnungsmässiger Verband erhalten.

Figur 53.



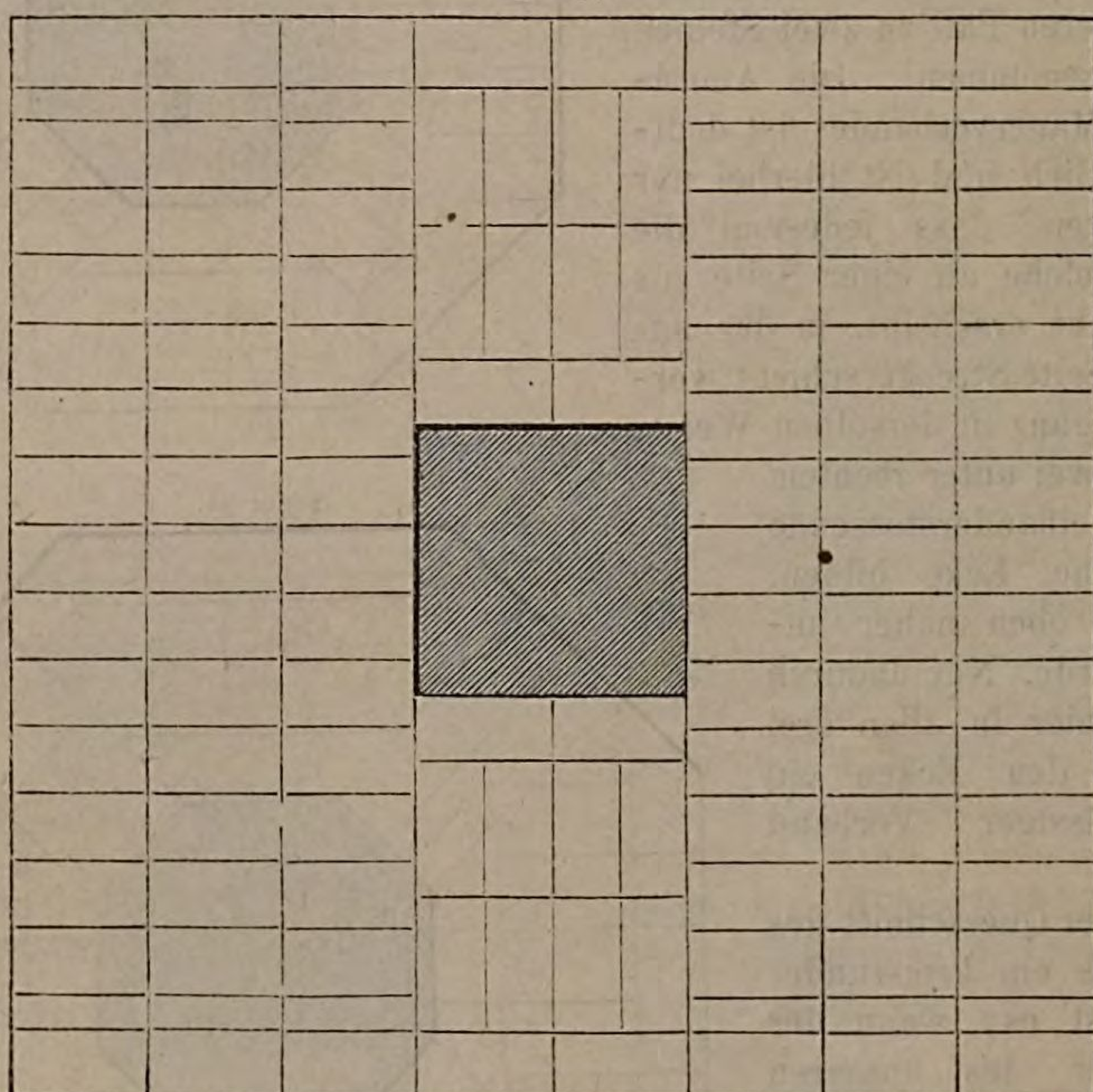
Soll der Querschnitt des Schornsteins ein kreisrunder sein, so ist es, wenn der Durchmesser des äusseren Kreises nicht sehr gross ist, jedenfalls am zweckmässigsten, wenn man in den Läuferschichten statt der ganzen Läufer äusserlich nur Köpfe mauert, dagegen im Innern, wo es dann weniger auf das bessere Ansehen der Mauerung ankommt, gegen die äusseren Kopfsteine ganze Läufer anzumauern. Die Läuferschicht erscheint dann äusserlich auch als Streckerschicht, weil hier nur Köpfe angesetzt sind, welche aber nur die Steinbreite zur Länge haben; man erhält dadurch, ohne die Steine viel behauen zu müssen jedenfalls eine bessere Rundung im Aeussern.

In dem Falle, wo man besonders geformte Steine verwendet, kann man Strecker- und Läuferschicht regelmässig abwechseln lassen, wie beim gewöhnlichen Mauerwerk. Verwendet man dagegen gewöhnliche Mauersteine zur Aufführung, was in den meisten Fällen stattfindet, so hat man immer sehr viele Arbeit, wenn man in den Läuferschichten äusserlich ganze Läufer ver-

mauern will, weil dann jeder einzelne Läuferstein an seiner vorderen Seite zugerundet werden muss, wodurch aber dann ausserdem noch der Nachtheil entsteht, dass der Stein seine durch den Brand erhaltene feste Oberfläche verliert und entweder leichter verwittert, oder doch zum Ansetzen von Moos oder sonstigem nachtheiligen Anflug Veranlassung gibt, welches das Verwittern entweder dann verursacht oder doch jedenfalls befördert.

In der beifolgenden Figur ist der Steinverband zu einem Schornstein dargestellt, welcher eine lichte Weite von zwei Steinlängen erhält und mit drei Steine starkem Umfassungsmauerwerk aufgeführt werden soll.

Figur 54.



Diese Mauerung findet wesentlich nur bei Unterbauten von grösseren Dampfkesselschornsteinen Anwendung und dann nur immer bis zu einer gewissen Höhe, von wo ab dann der Schornstein mit gleichem inneren Querschnitt aber mit schwächerem Umfassungsmauerwerk höher gemauert wird. Die Anordnung des Verbandes ist leicht aus der Zeichnung erklärlich und bedarf daher keiner weiteren Erläuterung.

§ 24. Die Bogenmauerungen.

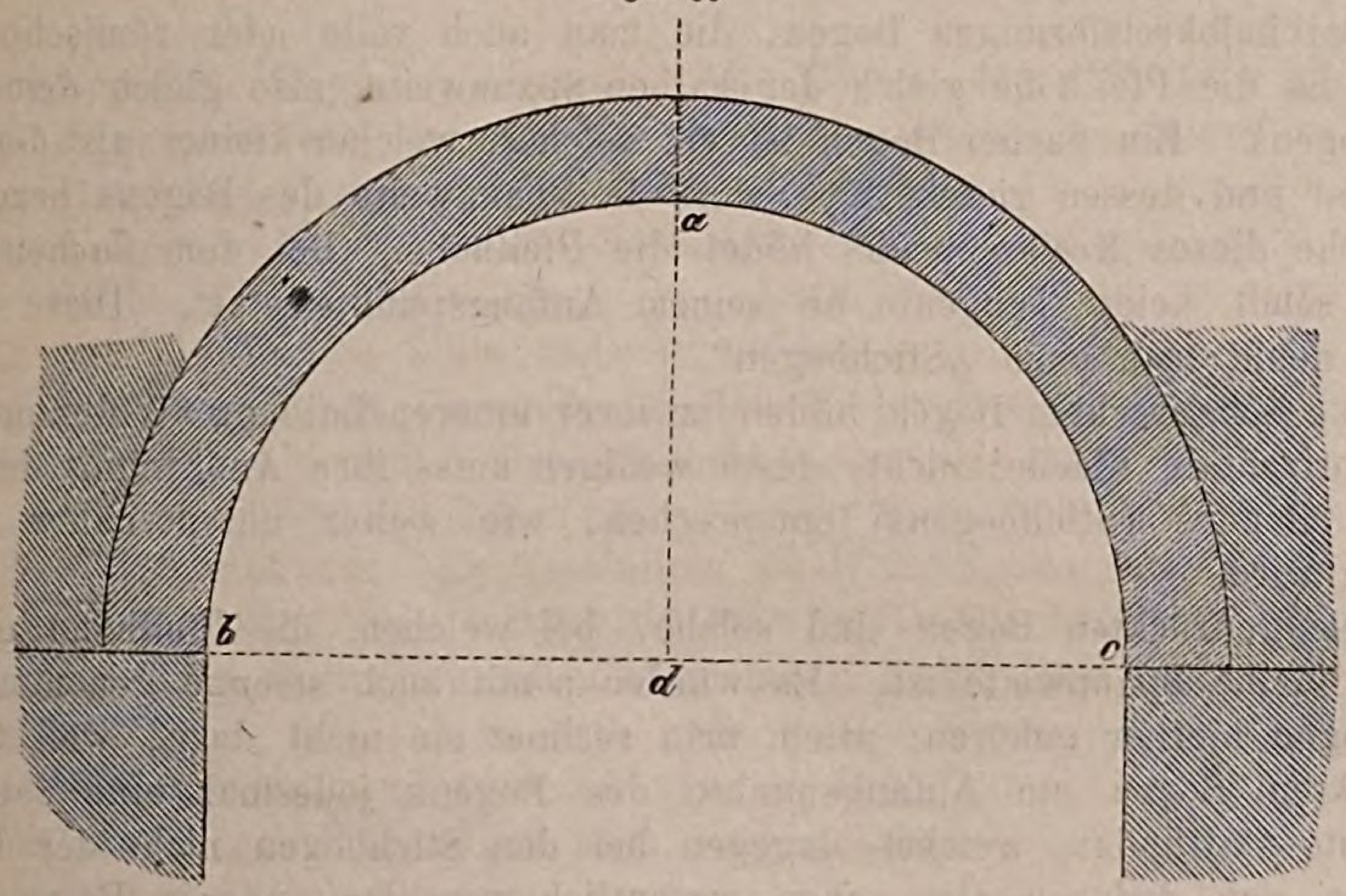
Unter Bogen oder Gewölbe versteht man die Ueberdeckung eines Zwischenraums oder einer Oeffnung in einer Mauer, oder eines von Mauern eingeschlossenen Raumes, welche nach irgend einer gekrümmten Linie oder Fläche aus vielen einzelnen Steinstücken mit oder ohne Mörtel so zusammengesetzt ist, dass die Fugen zwischen den einzelnen Steinen in ihrer Richtungslinie verlängert, in den zugehörigen Mittelpunkt derjenigen krummen Linie (Kurve) treffen, nach

welcher der Bogen oder das Gewölbe ausgeführt ist. Es geht hieraus leicht von selbst hervor, dass die einzelnen Steine notwendig immer eine keilförmige Gestalt erhalten müssen. Bei Anwendung von Ziegelsteinen geschieht dieses aber nicht immer, sondern man sucht sich dadurch zu helfen, dass man den Mörtelfugen eine keilförmige Gestalt gibt, indem man den Stein an seinem unteren Ende stärker andrückt, als oben. Bei kleinen und ganz flachen Bogen ist dieses wol zulässig, wenngleich auch immer vorzuziehen ist, den Stein etwas keilförmig zu behauen und der Kalkfuge dann überall eine gleiche Stärke zu geben. Bei grösseren Bogenmauerungen aber, die auch eine grössere Höhe als die Länge eines Mauersteins erhalten, sowie überhaupt bei allen vollen Bogen ist eine solche Anordnung nicht allein unzulässig, sondern sogar fehlerhaft und müssen hier in allen Fällen die Steine selbst eine keilförmige Gestalt erhalten.

Die Steine, welche zur Herstellung eines Gewölbes oder Bogens verwendet werden, heissen „Wölbsteine“ oder „Gewölbesteine“ und die Fugen zwischen denselben, welche nach gehöriger Verlängerung sämmtlich in den Mittelpunkt des zugehörigen Bogens treffen müssen, heissen „Zentralfugen“, „Radialfugen“, „Gewölbefugen“ oder auch „Lagerfugen“.

In Bezug auf nachstehende Figur 55 heisst der Punkt a, als der höchste

Figur 55.



Punkt des Bogens, „der Scheitel“; die zu beiden Seiten von a liegenden unteren Theile ab und ac des Bogens heissen „die Bogen- oder Gewölbeschenkel“.

Derjenige Stein im Scheitel a des Gewölbes oder Bogens, welcher als der letzte Stein das Gewölbe oder den Bogen schliesst, heisst „der Schlussstein“. Die untersten Steine des Gewölbes oder diejenigen, womit das Gewölbe anfängt, also diejenigen Steine, bei welchen die lothrechte Linie der unteren Mauer in die gekrümmte Linie des Boges übergeht, hier bei b und c, heissen „die Anfänger“. Diese Anfänger ruhen unmittelbar auf „den Widerlagern“ und bilden diese Widerlager daher dasjenige Mauerwerk, worauf die Bogen- oder Gewölbeschenkel gestützt sind. Der oberste Theile eines Widerlagers, worauf die Wölbung oder der Bogen anfängt, heisst „der Kämpfer“.

Die vordere Ansicht eines Bogens heisst seine „Stirnfläche“; die innere oder untere Ansicht des Bogens oder die innere Wölbungsfläche heisst die innere „Laibung“, dagegen die äussere oder obere Ansicht des Bogens heisst die äussere „Laibung“. Es ist also die Laibung eines Bogens mit der Stärke desselben gleichbedeutend, indem, wenn die Laibung eines Bogens eine Steinlänge beträgt, man auch sagt, der Bogen ist einen Stein stark, ganz ähnlich, wie dieses bei Mauern der Fall ist. Dagegen nennt man die Höhe der Stirnfläche des Bogens die „Höhe des Bogens“ indem man sagt, der Bogen ist $1^1/_2$ Steine oder 2 Steine hoch.

Die lichte Entfernung der Widerlagsmauern von einander, also hier b c heisst die „Spannweite“ des Bogens oder Gewölbes und die lothrechte Entfernung des höchsten Punktes oder des Scheitelpunktes a des Bogens von der Kämpferlinie b c, also hier d a heisst die „Pfeilhöhe“ des Bogens.

Das hinter den Gewölbeschenkeln angeordnete Mauerwerk heisst die „Hintermauerung“ und bildet diese einen Theil des Widerlagers mit, indem dieselbe in Beziehung auf den Bogen oder das Gewölbe hauptsächlich den Zweck hat, ein Ausweichen der Bogen- oder Gewölbeschenkel zu verhindern.

Die Form der Bogen oder Gewölbe kann sehr verschieden angeordnet werden. Man wendet halbkreisförmige Bogen, flache Bogen und scheitrechte Bogen an; ferner aber finden auch gedrückte, überhöhte und steigende Bogen vielfache Anwendung.

Bei halbkreisförmigen Bogen, die man auch volle oder römische Bogen nennt, ist die Pfeilhöhe gleich der halben Spannweite, also gleich dem Radius des Bogens. Ein flacher Bogen ist ein solcher, welcher kleiner als der Halbkreis ist und dessen zugehörige Sehne die Spannweite des Bogens bezeichnet; die Höhe dieses Kreissegments bildet die Pfeilhöhe. Bei dem flachen Bogen findet somit keine Tangente an seinem Anfangspunkte statt. Diese flachen Bogen nennt man auch „Stichbogen“.

Die scheitrechten Bogen bilden an ihrer inneren Laibung (Wölbungsfläche) eine horizontale Fläche; nichts desto weniger muss ihre Anordnung der eines flachen Bogens (Stichbogens) entsprechen, wie weiter unten näher gezeigt werden wird.

Die gedrückten Bogen sind solche, bei welchem die Pfeilhöhe geringer als die halbe Spannweite ist. Es würden somit auch strenge genommen, die Stichbogen hierher gehören; allein man rechnet sie nicht dazu, weil bei den gedrückten Bogen am Anfangspunkte des Bogens jedesmal eine lothrechte Tangente stattfindet, welches dagegen bei den Stichbogen nicht der Fall ist und sie sich dadurch also schon wesentlich von den anderen Bogen unterscheiden.

Die gedrückten Bogen sind nun entweder Ellipsen, oder solche Bogen, die aus mehreren und zwar aus einer ungleichen Anzahl von Mittelpunkten beschrieben werden. Diese aus mehreren Mittelpunkten beschriebenen Bogen nennt man allgemein „Korbbogen“ und können diese aus 3, 5, 7, 9 bis 11 Mittelpunkten beschrieben werden, (bei der Brücke von Neuilly wendete man Korbbogen an, welche aus 13 Mittelpunkten beschrieben waren). Die Kreisbogenstücke, woraus der Korbbogen zusammengesetzt ist, gehen stetig in einander über, und haben dieselben an ihrem Zusammentreffungspunkte eine gemeinschaftliche Tangente. Beim Landbau wält man gewöhnlich nur die am wenigsten schwierig zu beschreibenden Korbbogen und wendet daher auch nur die aus drei Mittelpunkten beschriebenen Bogen an; seltener schon die aus

fünf Mittelpunkten beschriebenen Bogen. Die grösseren Korbbogen, welche man im Brückenbau anwendet, müssen schon wegen ihrer bedeutenden Spannweite in Verhältniss zu ihrer Pfeilhöhe aus einer grösseren Anzahl von Mittelpunkten beschrieben werden, um ein grösseres Profil zu erhalten, als welches man bei einer geringeren Anzahl von Mittelpunkten erhalten würde.

Die Ellipse findet im Allgemeinen weniger Anwendung; denn einmal hat es manche Schwierigkeit, die Ellipse richtig zu konstruiren, indem dieselbe mittelst einer ausgespannten Schnur verzeichnet wird; ferner aber verursacht die Bestimmung der Fugen eine noch grössere Schwierigkeit, indem die Richtung derselben für jeden Punkt in der Peripherie der Ellipse besonders bestimmt werden muss und man nicht, wenn die Eintheilung der Fugen auf der Peripherie gemacht ist, wie dieses bei den Kreisbogen der Fall ist, nur vom Theilpunkt nach dem zugehörigen Mittelpunkt eine Linie ziehen kann, um die Richtung der Fuge zu finden.

Die überhöhten Bogen sind solche, bei welchem die Pfeilhöhe grösser als die halbe Spannweite ist. Dieselben sind ebenfalls entweder Ellipsen, bei welchen dann die halbe grosse Axe lothrecht steht und die kleine Axe die Grundlinie (Spannweite) bildet, oder es sind Korbbogen, die aus verschiedenen Mittelpunkten gezeichnet werden; es können dieselben auch sogenannte Spitzbogen oder gothische Bogen sein, welche durch Kreisbogenstücke aus zwei Mittelpunkten, die in einer geraden Linie liegen, beschrieben, gebildet werden.

Die steigenden Bogen nennt man solche Bogen, deren Kämpfer nicht in derselben Horizontalebene liegen. Man kann die steigenden Bogen in verschiedener Art konstruiren; auch als Ellipse kann man den steigenden Bogen beschreiben; dieses hat aber in der Ausführung manche Schwierigkeit, indem zunächst die Lage der beiden Axen zu bestimmen ist, ehe an eine Verzeichnung der elliptischen Linie gedacht werden kann; und ferner kommen auch die oben angeführten Umstände in Betreff der Bestimmung der Fugenrichtungen hier in Betracht. Der Einfachheit wegen zieht man es daher meistens vor, den steigenden Bogen aus mehreren Mittelpunkten zu beschreiben.

Endlich hat man auch die Kettenlinie als Wölblinie vorgeschlagen; allein die Zeichnung derselben verursacht viele Schwierigkeiten und lässt sich auch dann nur mit Hilfe einer wirklich ausgespannten Kette darstellen.

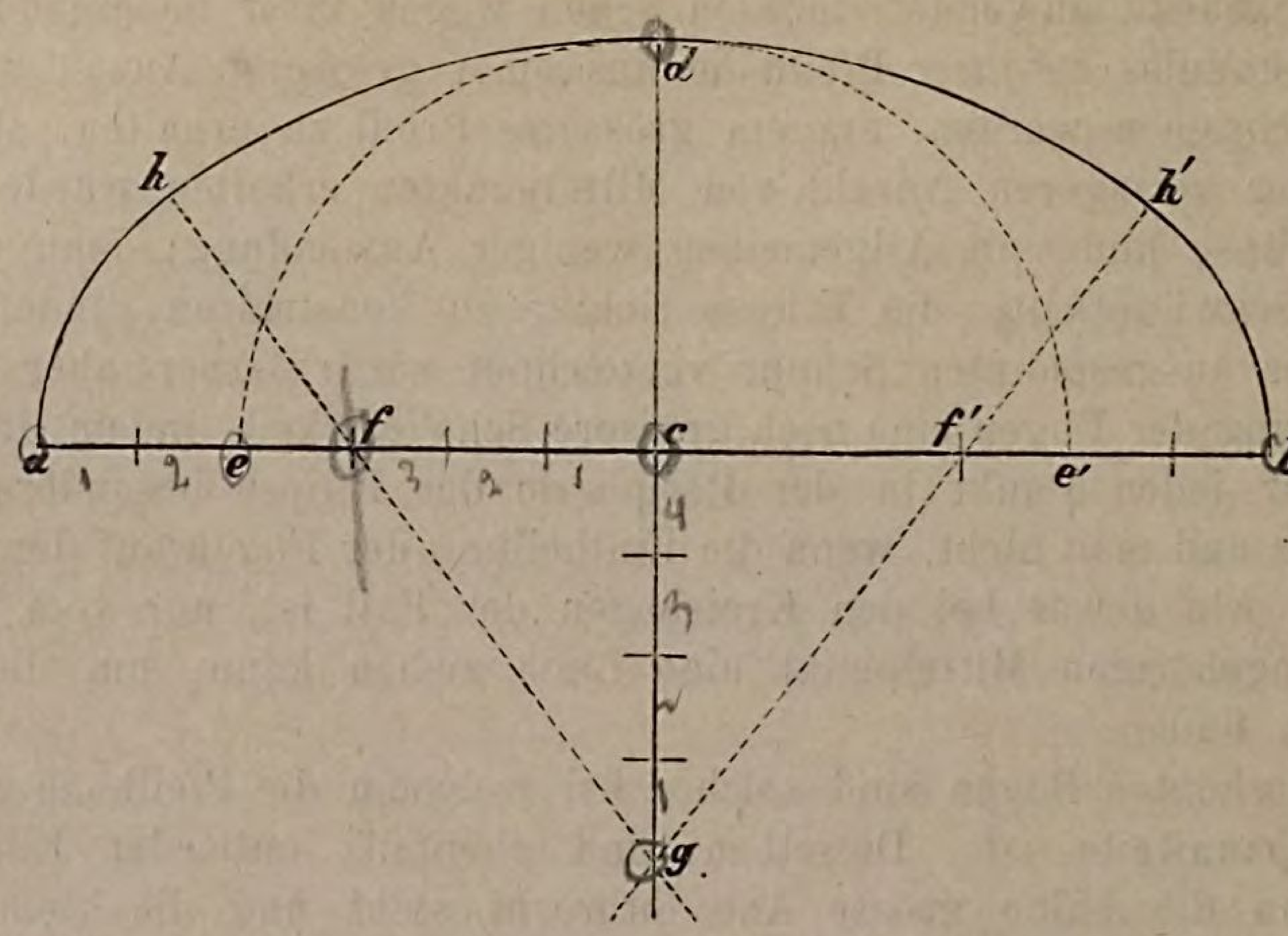
Von den Bogen macht man auch noch in der Weise Anwendung, dass man sie umgekehrt legt und zwar so, dass der Scheitelpunkt des Bogens nach unten, und die Schenkel desselben nach oben gekehrt sind, wie dieses weiter unten noch näher dargestellt wird.

Nachdem hier von den Gewölbelinien im Allgemeinen die Rede gewesen ist, sollen nunmehr einige Methoden zur Verzeichnung von gedrückten, überhöhten und steigenden Bogen näher angegeben werden.

In nachstehender Figur ist die Verzeichnung eines gedrückten Bogens aus drei Mittelpunkten dargestellt, dessen Konstruktion folgende ist:

Es sei hier a b die Weite und c d die Höhe des Bogens. Man trage c d von c nach e ab, theile a e in zwei gleiche Theile; setze drei solcher Theile von c nach f und von c nach f' und vier derselben von c nach g, so geben die so erhaltenen Punkte f, f' und g die drei Mittelpunkte des Bogens. Zieht man dann durch g und f, und durch g und f' die geraden Linien g h und g h' und beschreibt mit den Halbmesser f a, f' b und g d die Kreisbogen, a h, b h' und h d h', so erhält man einen Bogen, bei welchem die einzelnen

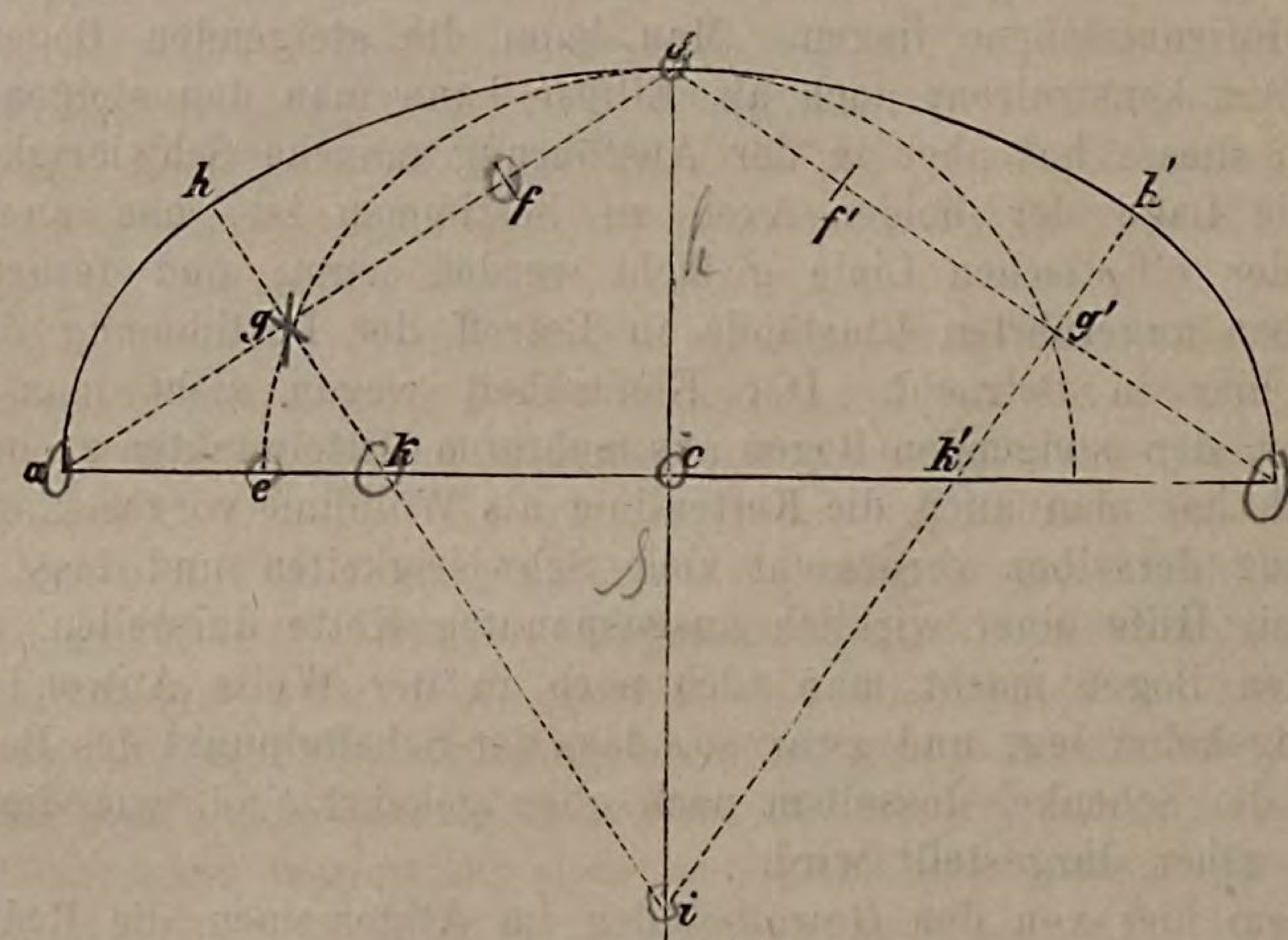
Figur 56.



Kreisbogen in ihren Zusammensetzungspunkten h und h' jedesmal eine gemeinschaftliche Tangente haben.

Ein anderer gedrückter Bogen mit drei Mittelpunkten ist in nachstehender Figur dargestellt.

Figur 57.



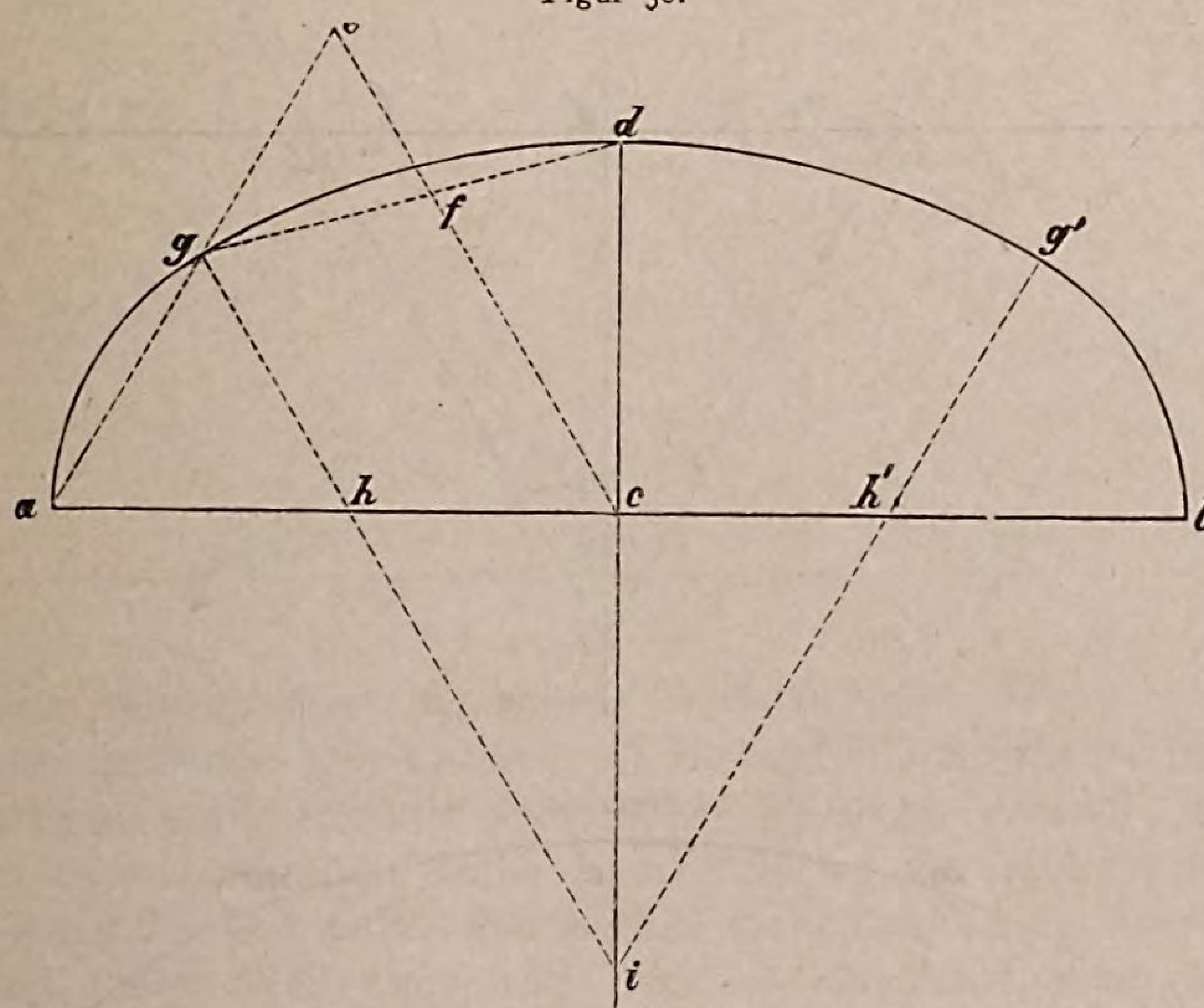
Die drei Mittelpunkte k, i, k' werden in folgender Weise gefunden:

Es ist hier a b die Spannweite und c d die Höhe des Bogens. Man ziehe die Linie a d, mache c e gleich c d und trage das Stück a e von d nach f; hierauf halbire man a f in g und errichte in g eine Normale auf a f, welche man bis zum Durchschnittspunkt i mit der Verlängerung von d c zieht, so ist i der Mittelpunkt des mittleren grossen Bogens. Der Durchschnittspunkt dieser Normale mit a b gibt den Mittelpunkt k für den kleineren Eckbogen; macht man nun c k' gleich c k, so gibt k' den dritten Mittelpunkt. Die aus den drei Mittelpunkten k, i, k' mit den zugehörigen Halbmessern k a, i d, k' b beschriebenen Kreisbogen gehen bei h und h' stetig in einander über, d. h sie

haben in diesen ihren Zusammensetzungspunkten h und h' jedesmal eine gemeinschaftliche Tangente.

Ein anderer aus drei Mittelpunkten beschriebener gedrückter Bogen ist in nachstehender Figur dargestellt.

Figur 58.



Bei diesem Bogen ist die Bedingung gestellt, dass jeder der drei stetig in einander übergehenden Kreisbogen zu einem Mittelpunktswinkel von 60 Graden gehöre.

Die Konstruktion ist folgende:

Man beschreibe über der halben Bogenweite a c das gleichseitige Dreieck a c e; mache auf der Seite c e, c f gleich c d, und ziehe durch d und f eine gerade Linie bis zum Durchschnittspunkt g mit a e. Nun ziehe man aus g parallel mit der Seite c e eine gerade Linie, die sich mit a c in h und mit der Verlängerung von d c in i schneidet, so sind h und i die Mittelpunkte für die Bogen a g und g d g'. Der Mittelpunkt h' wird gefunden, indem man nunmehr c h' gleich c h macht. Die drei Bögen a g, g d g' und g' b haben in den Punkten g und g' jedesmal wieder gemeinschaftliche Tangenten.

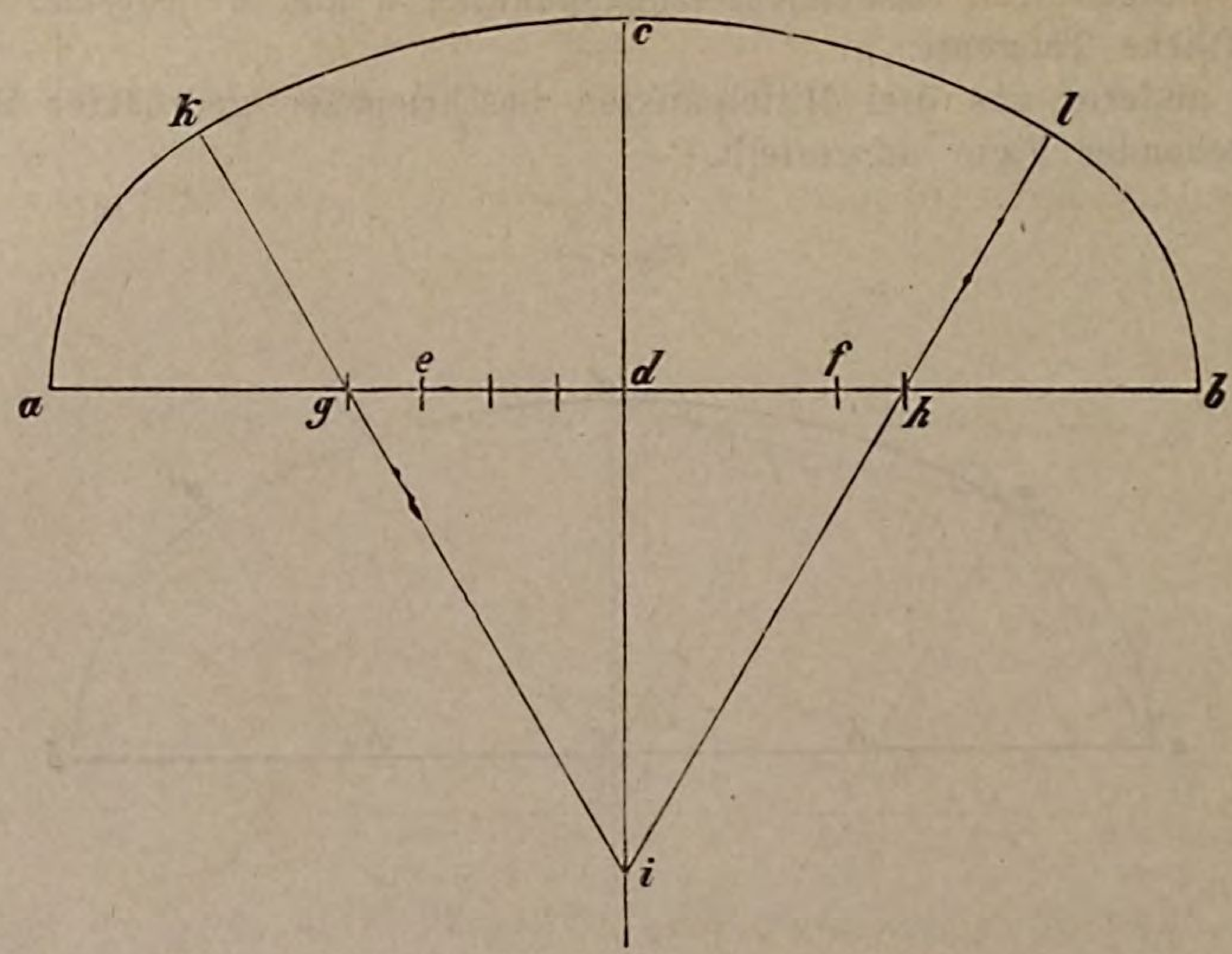
Ein anderer aus drei Mittelpunkten beschriebener gedrückter Bogen ist in umstehender Figur 59 dargestellt.

Die Konstruktion dieses Bogen ist folgende:

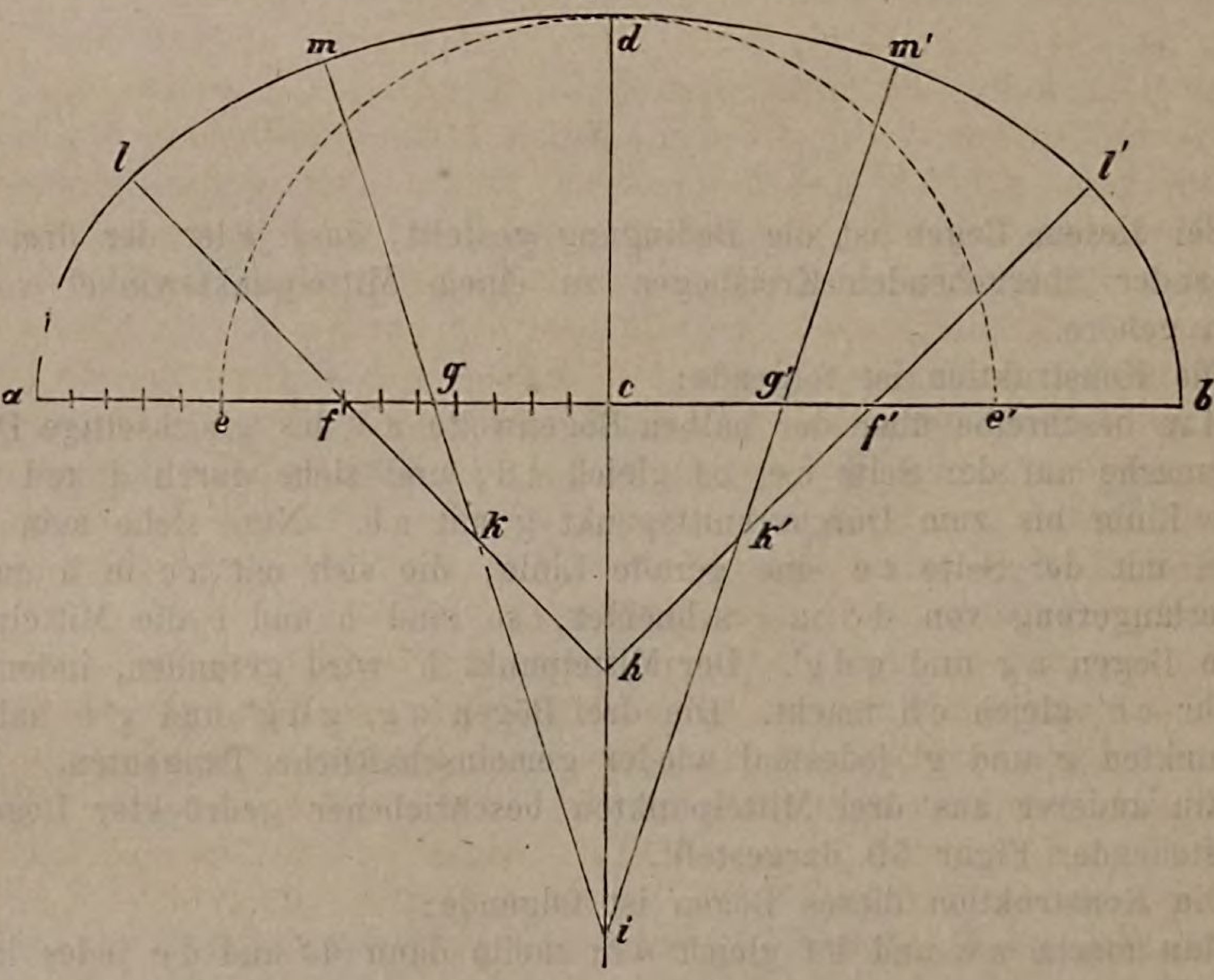
Man mache a e und b f gleich d c; theile dann d f und d e jedes in drei gleiche Theile und trage von e nach g, und von f nach h einen dieser Theile ab; hierauf errichte man auf h g das gleichseitige Dreieck g h i, so sind die drei Punkte g, i und h die Mittelpunkte für die zugehörigen Kreisbogen a k, k c l und l b. Da hierbei das Dreieck g h i ein gleichseitiges ist und demnach die drei Winkel desselben jeder 60 Grad ist, so folgt daraus, dass die Bogen a k, k c l und l b auch Mittelpunktswinkeln von 60 Grad angehören, und demnach hier dieselbe Bedingung, wie bei der vorigen Figur erfüllt wird.

In umstehender Figur 60 ist ein aus fünf Mittelpunkten mit verschiedenen Halbmessern beschriebener Korbbogen dargestellt.

Figur 59.



Figur 60.



Die Konstruktion des Bogens ist hier folgende:

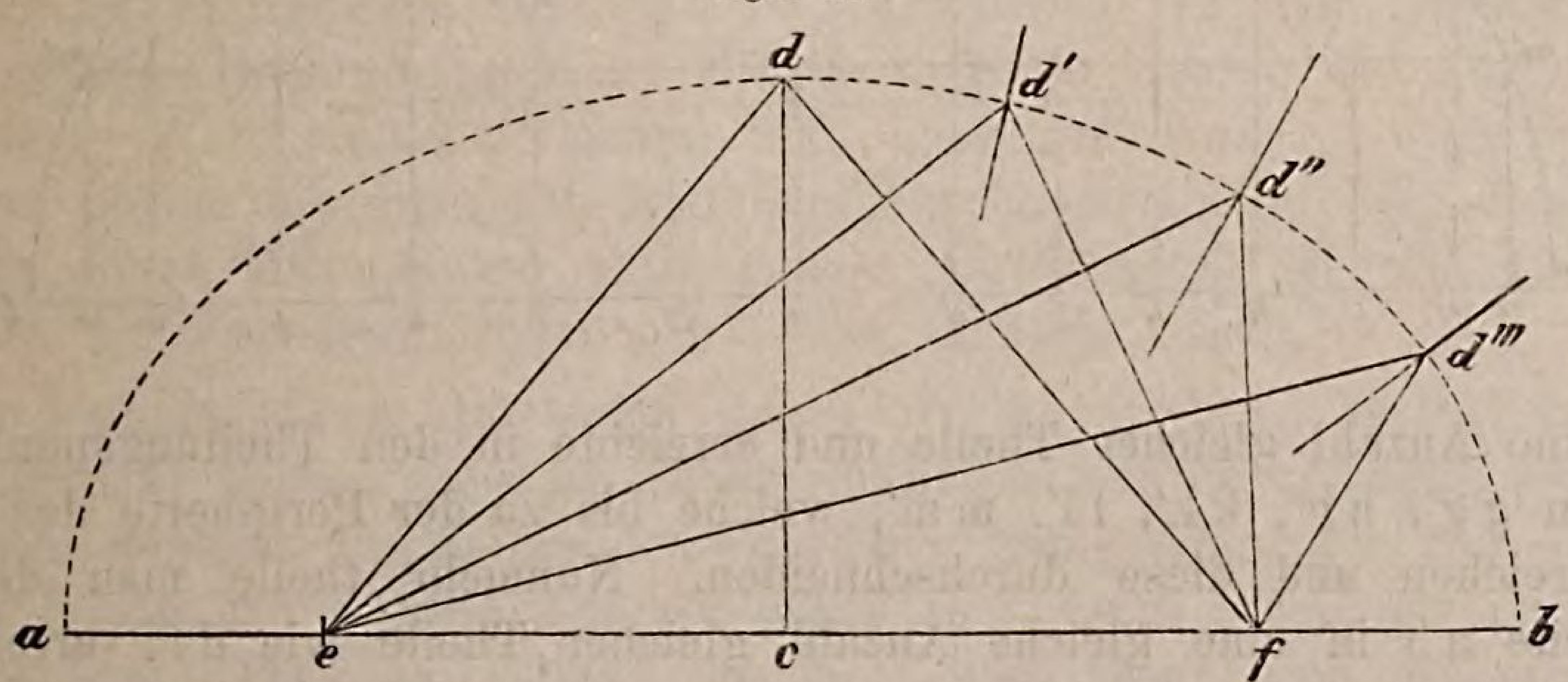
Es ist hier a b die Spannweite und c d die Höhe des Bogens.

Man mache c e gleich c d; theile a e in fünf gleiche Theile, und nehme hiervon sieben Theile, also $^7/_5$ a e und trage diese von c nach f, und von c nach h, und ferner noch einmal von h nach i, sodass also c i gleich $2 \cdot {}^7/_5$ a e wird. Hierauf mache man f g gleich $^1/_3$ f c, ziehe dann durch f und h, sowie durch i und g gerade Linien, die sich im Punkte k scheiden, so sind die Punkte f, k, i die Mittelpunkte der Kreisbogen a l, l m, m d, welche in

den Zusammensetzungspunkten l und m stetig in einander übergehen und in diesen Punkten jedesmal gemeinschaftliche Tangenten haben. Die Mittelpunkte f' und k' der anderen Hälfte des Bogens werden in gleicher Weise gefunden.

In der nachfolgenden Figur ist die Konstruktion einer Ellipse näher dargestellt.

Figur 61.



Man konstruirt dieselbe, wie folgt:

Nachdem die Weite (die grosse Axe) a b und die Höhe (die halbe kleine Axe) c d bestimmt sind, errichtet man in der Mitte der grossen Axe a b eine Normale und trägt hierauf die halbe kleine Axe c d ab; alsdann nimmt man die halbe Bogenweite (die halbe grosse Axe) a c gleich b c in den Zirkel und beschreibt mit dieser Weite aus dem Punkt d als Mittelpunkt, Kreisbogen, welche die Linie a b in e und f schneiden, welche Punkte dann die Brennpunkte der Ellipse sind. In jedem dieser beiden Brennpunkte befestigt man einen Stift, legt um beide Stifte eine Schnur ohne Ende e f d e, welche ausgespannt bis d reichen muss. Vermittelst eines Bleistifts kann man nun die halbe Ellipse a d b in einem Zuge stetig beschreiben, indem man denselben unter fortwährender gleichmässiger Anspannung der Schnur von a durch d bis b herumführt. Die andere Hälfte der Ellipse wird in gleicher Weise ausgeführt, indem mit dem Bleistift in derselben Weise auf der anderen Seite von a b, von b bis a die Kurve gezeichnet wird.

Bei dieser Gelegenheit soll gleichzeitig das Verfahren angegeben werden, die Richtung der Gewölbefugen zu bestimmen.

Man markirt an dem Lehrbogen oder der Peripherie der Ellipse die Punkte, wo dergleichen Fugen stattfinden sollen; es seien hier die Punkte d^1, d^2, d^3, solche markirte Punkte. Man zieht aus den beiden Brennpunkten e und f nach jedem dieser Punkte gerade Linien, wodurch man die Winkel $e\,d^1 f$, $e\,d^2 f$, $e\,d^3 f$ erhält. Diese Winkel werden nun halbirt und die Halbirungslinien jedesmal über d^1, d^2, d^3 hinaus verlängert, welche Verlängerungen alsdann die Richtungen der zugehörigen Gewölbefugen geben.

Die Verzeichnung eines in der Praxis sehr häufig vorkommenden gedrückten Bogens ist in umstehender Figur 62 näher dargestellt.

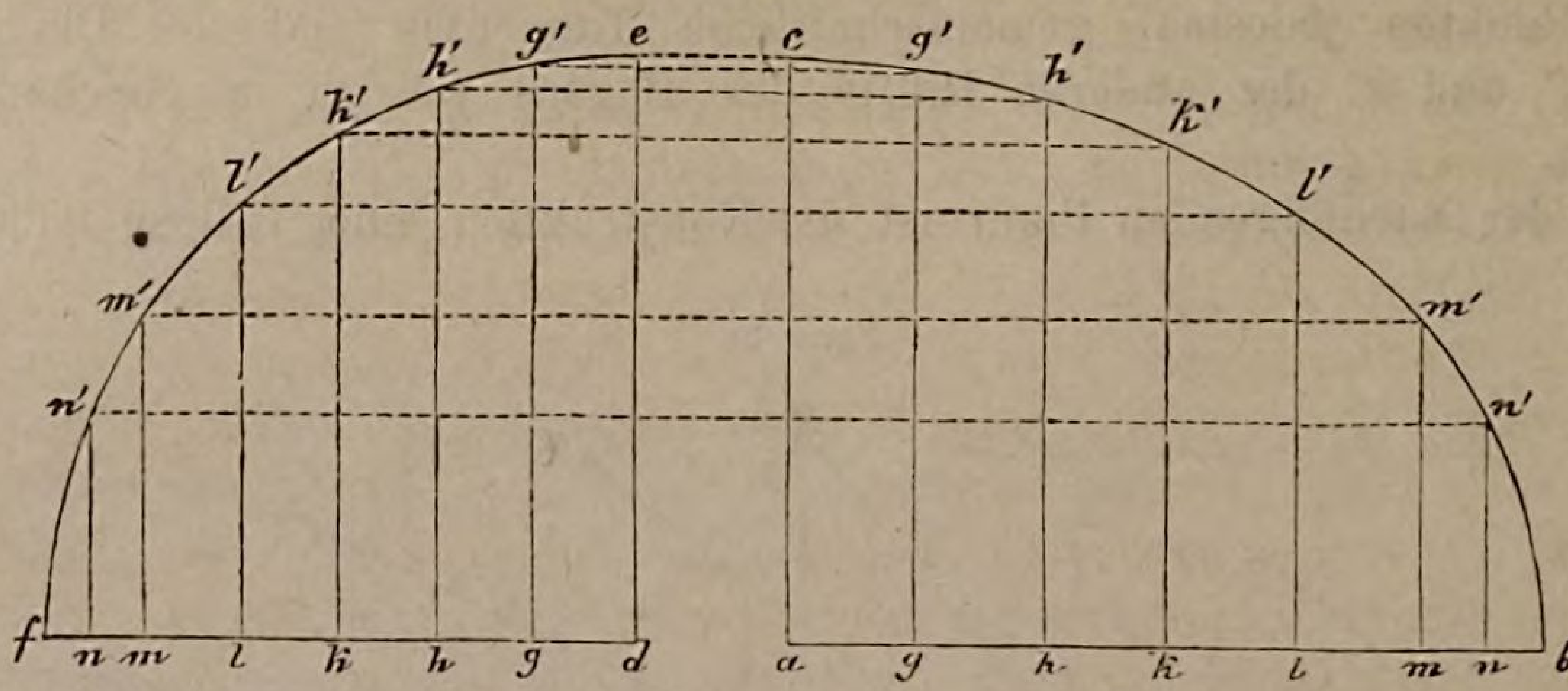
Dieser Bogen findet wesentlich bei zusammengesetzten Gewölben, deren Höhe gleich ist, die aber verschiedene Spannweiten haben, seine Anwendung.

Die Konstruktion des Bogen ist folgende:

Es sei hier a b die halbe lichte Weite und a c die lichte Höhe des zu verzeichnenden Bogens.

Mit dem Halbmesser d e gleich d f, welcher gleich der lichten Bogenhöhe a c ist, beschreibe man einen Viertelkreis; theile den horizontalen Halbmesser

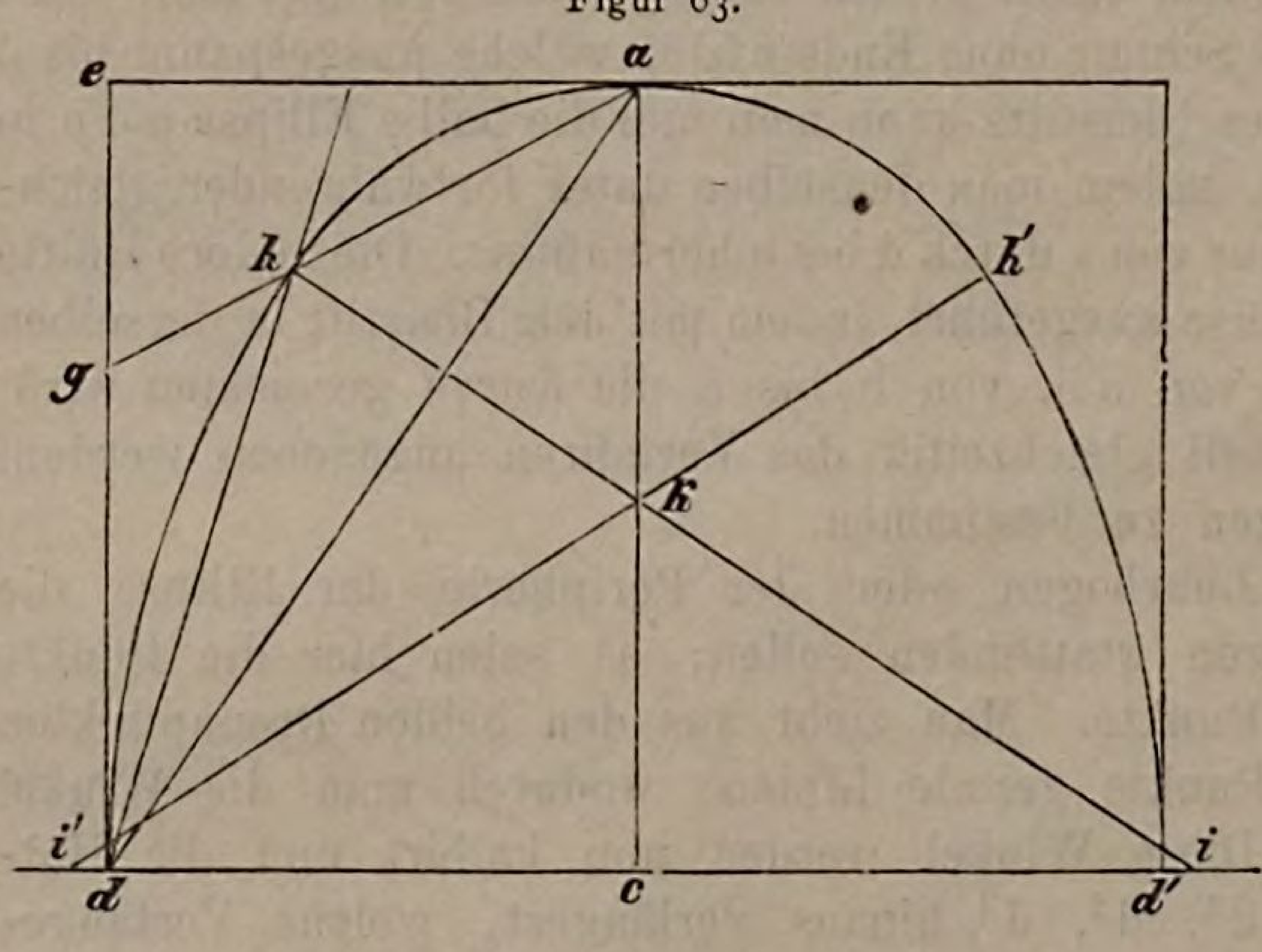
Figur 62.



d f in eine Anzahl gleicher Theile und erreichte in den Theilungspunkten die Normalen g g', h h', k k', l l', m m', welche bis zu der Peripherie des Viertelkreises reichen und diese durchschneiden. Nunmehr theile man die halbe Bogenweite a b in eine gleiche Anzahl gleicher Theile wie d f, erreichte in den Theilungspunkten ebenfalls Normalen g g' h h', k k', l l', m m', und gebe diesen Normalen dieselbe Länge als die gleichbezeichneten Normalen des Quadranten d e f haben. Verbindet man dann die Endpunkte dieser Normalen durch eine stetige Kurve b n' m' l' k' h' g' c, so ist diese die Bogenlinie des gedrückten Bogens.

In nachstehender Figur ist die Konstruktion eines überhöhten Bogens, welcher aus drei Mittelpunkten i, k, i beschrieben ist, näher dargestellt.

Figur 63.



Es sei hier c d die halbe Bogenweite und a c die lichte Höhe des Bogens. Man zeichne das Rechteck a c d e, und ziehe darin die Diagonale a d; alsdann halbire man die Winkel d a e und a d e vermittelst der Linien a g und d f, welche sich in h schneiden. Aus diesem Punkte h ziehe man rechtwinklich auf die Diagonale a d die Linie h i, so gibt ihr Durchschnittspunkt k mit der Linie a c den Mittelpunkt für den Bogen h a h' und der Durchschnittspunkt i mit der Verlängerung von d c den Mittelpunkt für den Bogen h d. Um nun auch den Mittelpunkt für den Bogen h' d' zu finden, hat man nun die Weite c i von c aus auf c d abzutragen, wodurch man alsdann den dritten Mittelpunkt erhält.

Diese Konstruktion kann man auch für gedrückte Bogen anwenden, wo aber dann die hier angenommene lichte Bogenhöhe die halbe Spannweite wird und die halbe Spannweite d c dann zur lichten Bogenhöhe genommen wird. Auch die oben angeführten Konstruktionen der gedrückten Bogen kann man ebenfalls für überhöhte Bogen anwenden, wenn man bei diesen alsdann die

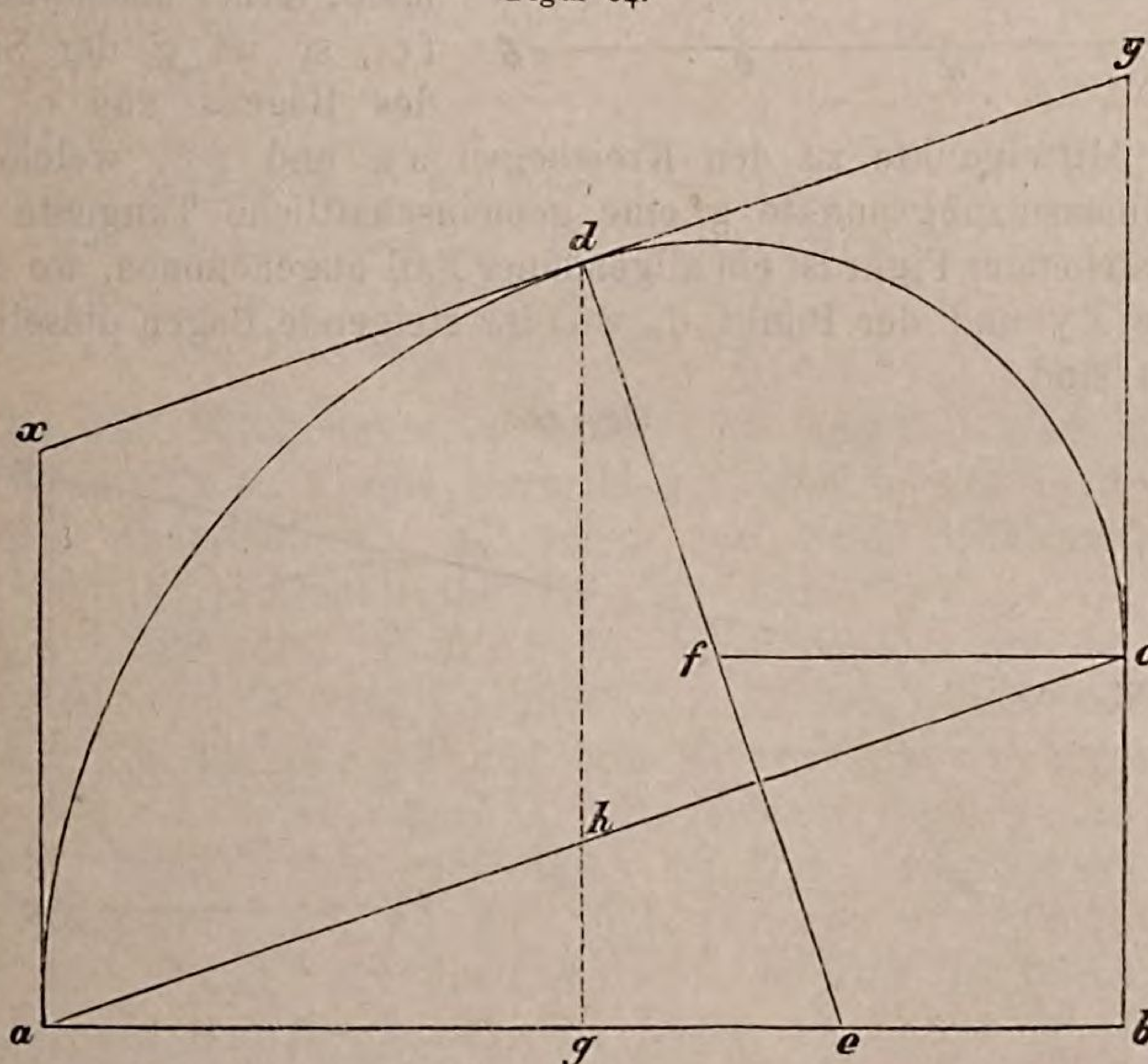
halbe Spannweite zur Höhe, und die gegebene Höhe als halbe Spannweite des überhöhten Bogens annimmt.

Was die Konstruktion der steigenden Bogen betrifft, so können diese, wie schon oben erwähnt, als Ellipse oder auch als Korbbogen aus mehreren Mittelpunkten beschrieben werden. Will man die Ellipse anwenden, so ist zunächst die Lage der Axen zu bestimmen, welches in diesem Falle aber schon immer mit Schwierigkeiten verknüpft ist, abgesehen von den Schwierigkeiten, die die genaue Beschreibung einer Ellipse und die Angabe der Fugenrichtung hervorrufen. Weit einfacher kommt man aber zum Zweck, wenn man den steigenden Bogen aus mehreren Mittelpunkten beschreibt, wo die Bestimmung der Lage dieser Mittelpunkte ohne grosse Schwierigkeit ist und gleichzeitig dann auch die Fugenrichtungen sich leicht angeben lassen.

Die Aufgabe einen steigenden Bogen zu beschreiben, besteht eigentlich darin, innerhalb eines gegebenen schiefwinklichen Parallelogramms eine Kurve zu zeichnen, welche drei Seiten des Parallelogramms tangentirt und die vierte Seite als Sehne hat. Diese Aufgabe lässt sich genau aber nur dann lösen, wenn man die Kurve als Ellipse zeichnet, oder wenn man die Kurve aus mehr als zwei Mittelpunkten beschreibt. Nur in dem Falle lässt sich die Aufgabe auch mit einer Kurve aus zwei Mittelpunkten beschrieben, lösen, wenn die lange Seite des Parallelogramms doppelt so gross ist, als die kürzere Seite desselben.

In nachstehender Figur ist die Konstruktion eines aus zwei Mittelpunkten beschriebenen steigenden Bogens dargestellt.

Figur 64.



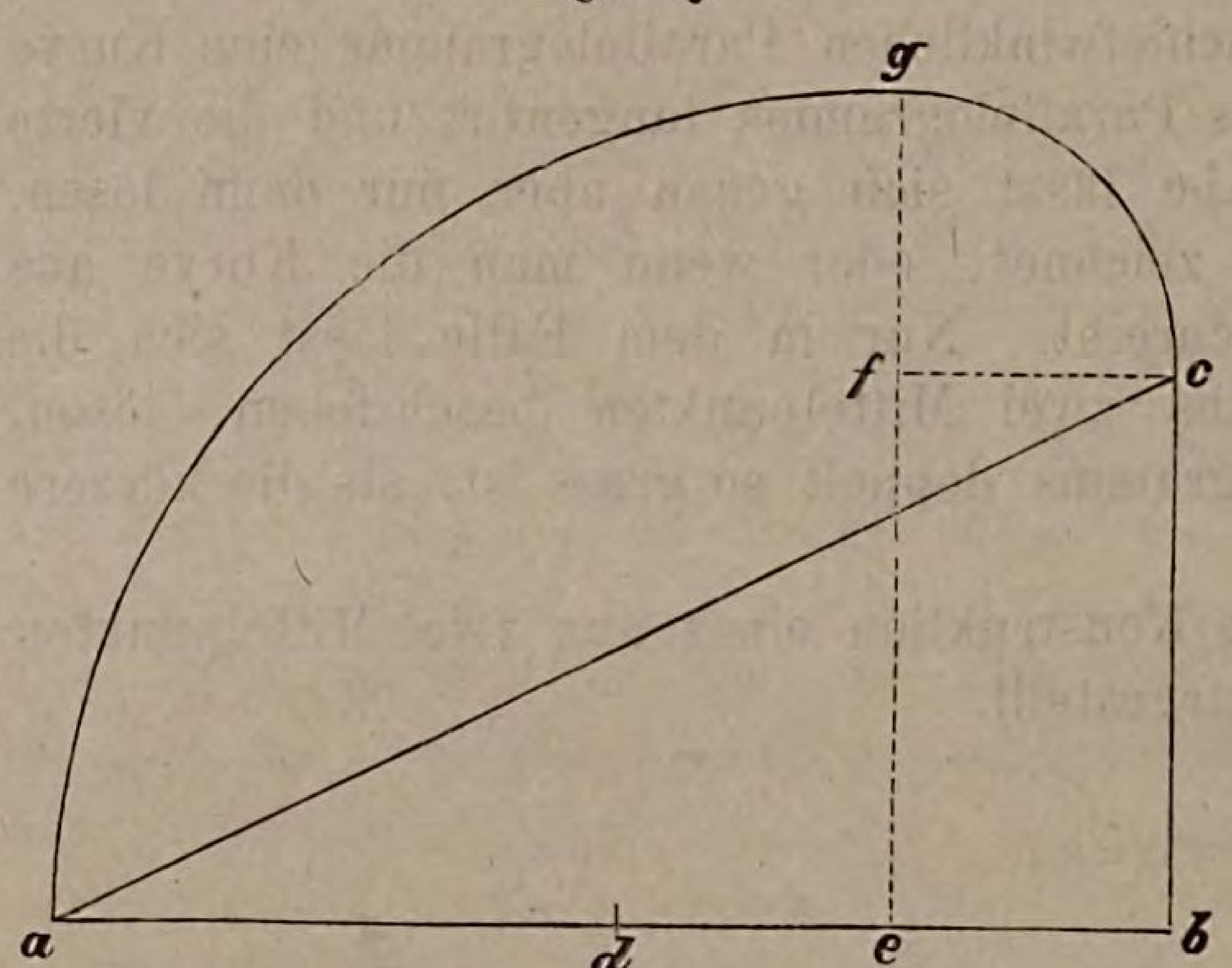
Es ist hier x y gleich 2 a x, sodass also x d gleich d y gleich a x ist. Um hier die beiden Mittelpunkte e und f zu finden, errichte man in d eine Normale, welche die Basis a b in e schneidet; zieht man dann durch c eine Linie parallell mit a b und bis zum Durchschnittspunkt f mit d e, so ist f der

zweite Mittelpunkt und zwar ist e der Mittelpunkt für den Bogen a d und f ist der Mittelpunkt für den Bogen d c.

Es kommt aber nun darauf an, die Aufgabe genauer zu bestimmen. Es sei zu dem Ende die Bogenweite a b und die Neigung der steigenden Linie a c, also b c gegeben. Man halbirt a b in g, errichtet in g eine Normale und macht auf dieser h d gleich a h; legt dann durch d eine Linie x y parallel mit a c und vervollständigt das schiefwinkliche Parallelogramm a x y c und verfährt dann zur weiteren Bestimmung der Mittelpunkte, wie vorher angegeben ist.

Diese angegebene Verzeichnung der steigenden Kurve passt für jede Steigung und ist daher auch ganz allgemein zu gebrauchen.

Figur 65.

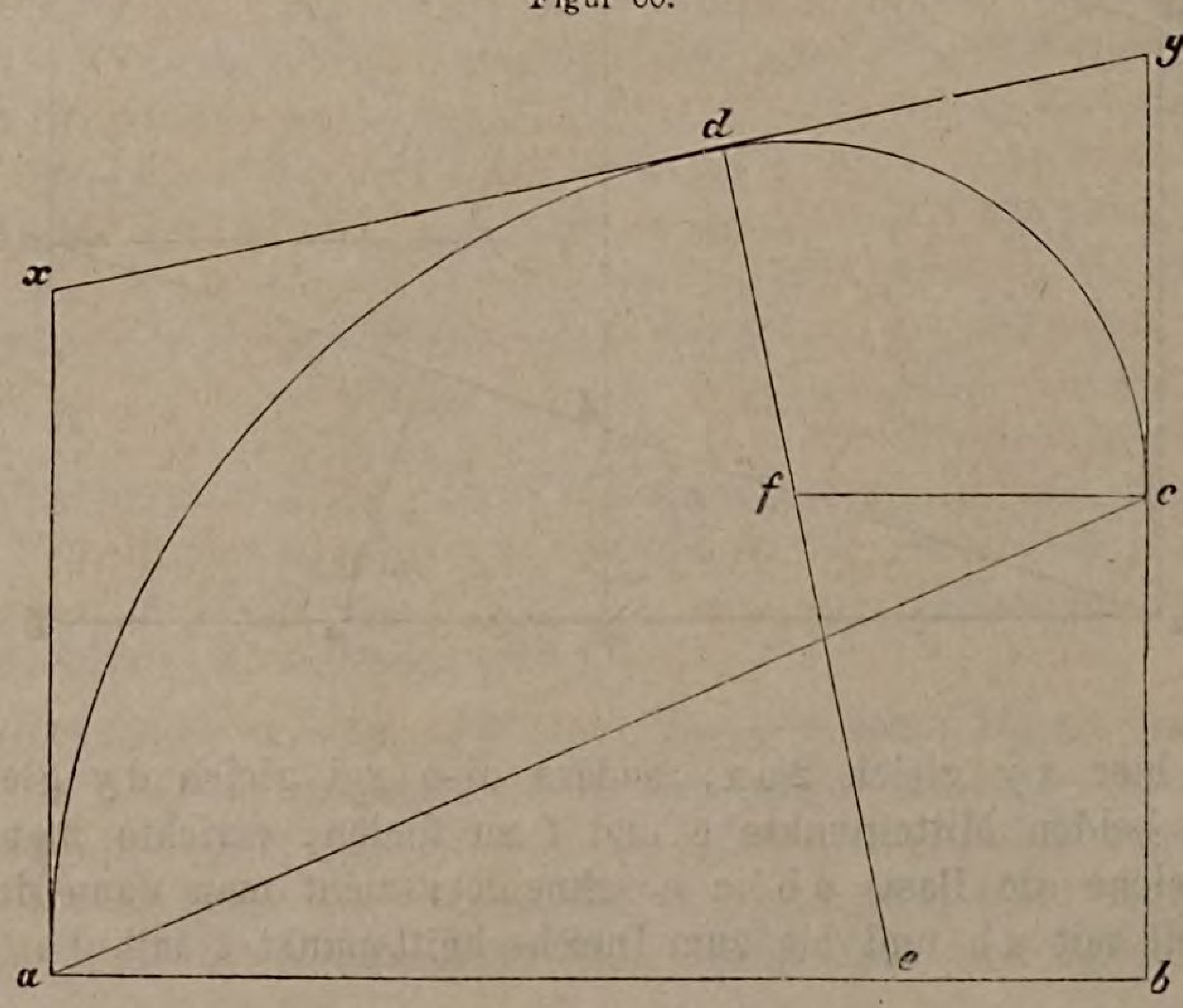


In beistehender Figur 65 ist der Fall angegeben, dass die Steigung gleich der halben Weite des Bogens oder a b gleich 2 b c ist.

Man theilt hier b c in zwei gleiche Theile und trägt einen Theil von b nach e, sodass also b e gleich $^1/_2$ b c ist. Alsdann errichte man in e eine Normale, zieht aus c eine Linie c f parallel mit a b bis zum Durchschnittspunkt f mit der erwähnten Normale; ferner mache man f g gleich f c, so ist g der Scheitelpunkt des Bogens und e und f sind die bei dem Mittelpunkte zu den Kreisbogen a g und g c, welche Bogen in ihrem Zusammensetzungspunkte g eine gemeinschaftliche Tangente haben.

In nachstehender Figur ist ein allgemeiner Fall angenommen, wo die Richtung der Tangente x y und der Punkt d, wo der steigende Bogen dieselbe berühren soll, gegeben sind.

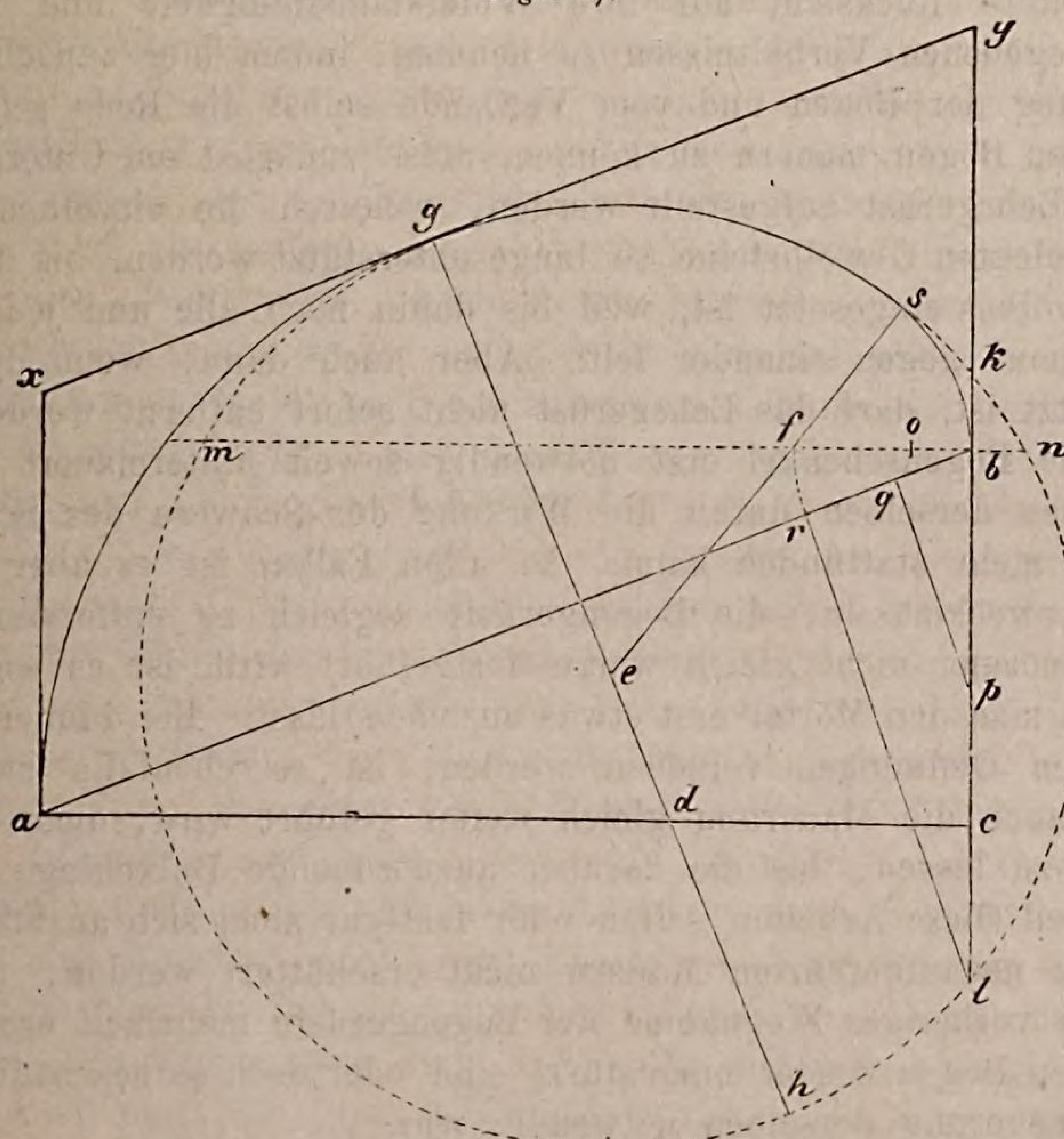
Figur 66.



Man mache hier a x gleich x d und d y gleich y c; alsdann errichte man in d eine Normale und verlängere sie bis zum Durchschnittspunkt e mit a b, so ist e der Mittelpunkt für den Bogen a d; ferner ziehe man durch c eine Linie parallel mit a b bis zum Durchschnittspunkt f mit d e, so ist f der Mittelpunkt für den Bogen d c.

In nebenstehender Figur ist die Verzeichnung eines steigenden Bogens aus drei Mittelpunkten näher angegeben.

Figur 67.



Um die drei Mittelpunkte d, e und f zu finden, mache man x y gleich a x, errichte auf x y in g eine Normale g h, welche sich in d mit der Linie a c schneidet. Innerhalb d g wäle man nun einen beliebigen Punkt e und beschreibe aus diesem Punkte mit e g einen Kreis, der die Verlängerung von b c in k und l schneidet. Durch b lege man parallel mit der Basis a c die Sehne m n und mache darauf b o gleich b n. Hierauf setze man die Differenz zwischen dem Durchmesser g h und dem Sehnenstück m o oder g h—m o von b nach p, sowie b k von b nach q und verbinde dann p und q durch eine gerade Linie. Endlich ziehe man durch den Durchschnittspunkt l des Kreises mit der Verlängerung von b c die Linie l r parallel mit p q, trage b r auf b m von b nach f und ziehe die Linie e f s, so ist f der Mittelpunkt für den Bogen b s, e der Mittelpunkt für den Bogen s g und d der Mittelpunkt für den Bogen a g.

Schneiden sich zwei nach unten steigende Bogen von gleicher Weite und Höhe ausgeführte Gewölbe, so lässt sich der Diagonalbogen in ähnlicher Art bestimmen, wie dieses oben näher angegeben ist, indem man die steigende Sehne des gegebenen Bogens in eine gleiche Anzahl von Theilen theilt und zwar vom Scheitelpunkt des Bogens aus nach beiden Seiten hin; in gleicher Anzahl

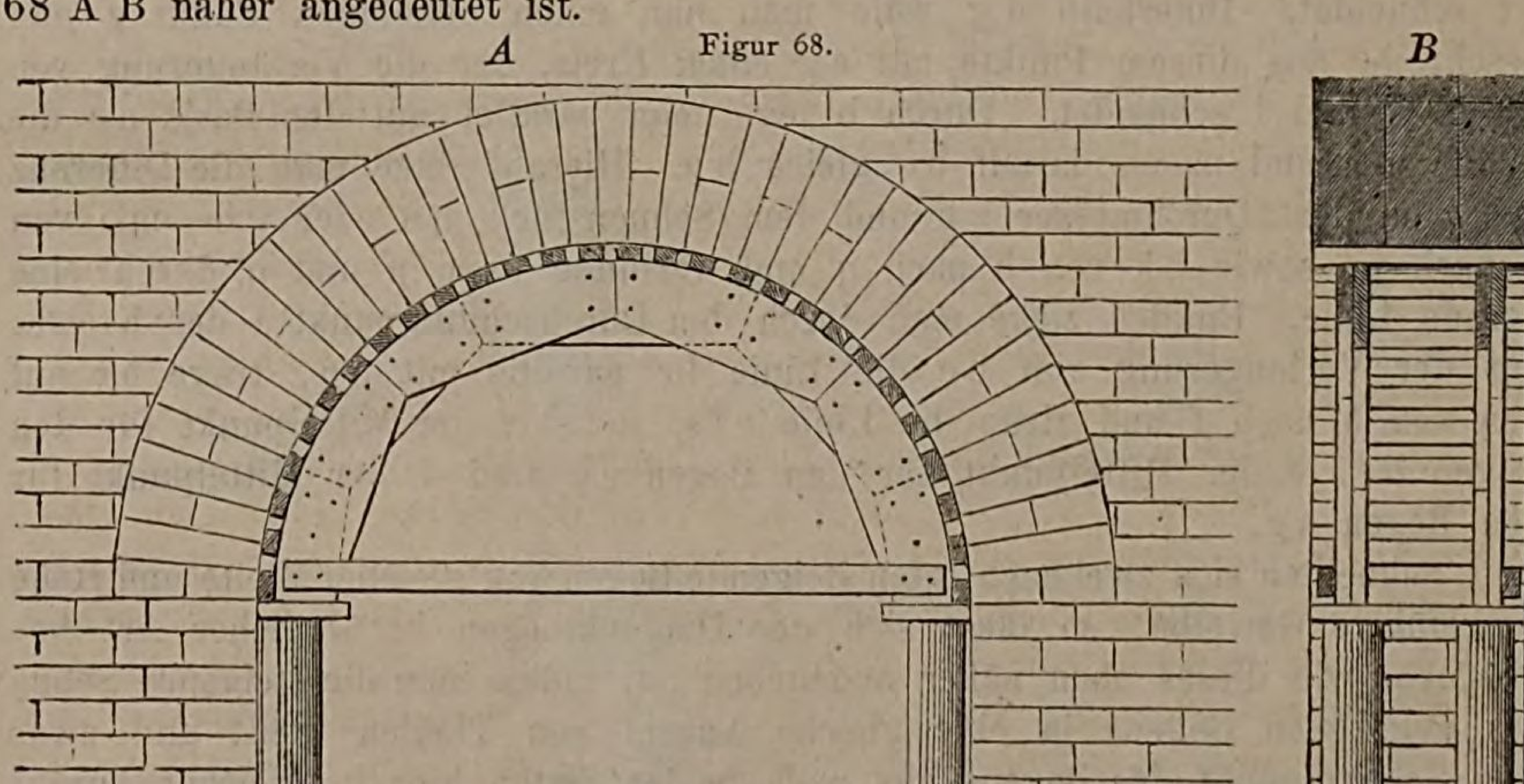
von gleichen Theilen theilt man auch die steigende Sehne des zu suchenden steigenden Bogens; in sämmtlichen Punkten zieht man Normalen auf die horizontale Weite und trägt dann von der Sehne ab die zugehörigen Längen der verschiedenen Ordinaten, deren Endpunkte dann durch eine fortlaufende Kurve verbunden werden.

Die hier angegebenen Bogenkonstruktionen genügen hinreichend für die gewöhnlichen vorkommenden Fälle und soll nunmehr die praktische Ausführung oder Mauerung der verschiedenen Bogen besprochen werden, ohne aber dabei vorläufig weitere Rücksicht auf ihre Widerstandsfähigkeit und ihre nötige Stärke bei gegebenen Verhältnissen zu nehmen, indem hier zunächst nur von der Ausführung der Bogen und vom Verbande selbst die Rede sein soll.

Um einen Bogen mauern zu können, muss zunächst ein Untergerüst oder sogenanntes Lehrgerüst aufgestellt werden, wodurch die einzelnen auf- oder aneinander gelegten Gewölbsteine so lange unterstützt werden, bis der Schlussstein des Gewölbes eingesetzt ist, weil bis dahin noch alle und jede Spannung der Gewölbsteine gegen einander felt. Aber auch dann, wenn der Schlussstein eingesetzt ist, darf das Lehrgerüst nicht sofort entfernt werden, sondern es müssen die Bogenschenkel erst notwendig soweit hintermauert sein, dass ein Ausweichen derselben durch die Wirkung der Schwere des Scheitels des Bogens nicht mehr stattfinden kann. In allen Fällen ist es aber auch dann nicht immer zweckmässig, die Bogengerüste sogleich zu entfernen, sondern, wenn die Mauerung nicht gleich weiter fortgeführt wird, ist es sogar zweckmässig, wenn man den Mörtel erst etwas anziehen lässt. Bei dünneren Mauern, die mit vielen Oeffnungen versehen werden, ist es ebenfalls zweckmässig, wenn selbst auch die Mauerung gleich weiter geführt wird, diese Gerüste so lange stehen zu lassen, bis die darüber anzuordnende Balkenlage vollständig gelegt ist, weil diese Arbeiten selten oder fast gar nicht sich ausführen lassen, ohne dass die neuaufgeführten Mauern nicht erschüttert werden, und es hat sich dann bei vorheriger Wegnahme der Bogengerüste mehrfach ereignet, dass die gemauerten Bogen wieder eingestürzt sind oder doch so beschädigt wurden, dass eine Erneuerung derselben notwendig war.

Zu einem solchen Lehr- oder Bogengerüste sind immer mindestens zwei Lehrbogen erforderlich, die auf ihrer oberen Kante mit schmalen Brett- oder Lattenstücken querüber belegt werden, wie dieses in nachstehenden Figuren 68 A B näher angedeutet ist.

Figur 68.



Diese Lehrbogen werden beim Vorreissen (Verzeichnen) um die Dicke der darauf zu legenden Schalbretter kleiner gemacht als die innere Bogenlinie angenommen ist. Beträgt sonach der Halbmesser des zu mauernden Bogens 1,5 Meter, so muss der Halbmesser des Lehrbogens um soviel geringer angenommen werden, als die Dicke der Schalbretter beträgt.

Die Lehrbogen werden auf feste Unterlagen gestellt, und zwar so, dass sie nicht allein vollkommen fest und senkrecht stehen, sondern auch, dass ihre Verschalung nach der Quere ganz wagerecht zu liegen kommt, wenn nicht andere Umstande es erforderlich machen, dass die innere Laibung des Bogens nach einer Seite hin steigend angeordnet werde. In beiden Fällen sind aber die Lehrbogen in der einmal bestimmten Stellung während der Zeit der Aufmauerung des Bogen zu erhalten und sind zu dem Ende, wenn es erforderlich ist, selbst während der Aufmauerung unter die Mitte der Lehrbogen noch lothrechte Stützen zu stellen. Diese dürfen dann aber nicht fest darunter getrieben werden, sondern sie werden genau passend von Länge abgeschnitten und mit dünnen einzuschiebenden, aber nicht einzutreibenden Holzkeilen festgestellt. Damit aber später nach vollständigem Schluss des Bogens oder Gewölbes die Lehrbogen leicht wieder beseitigt werden können, werden zwischen die Unterlagen und Lehrbogen Holzkeile von etwa 2 bis 3 Zentimeter Stärke gelegt. Diese Keile werden dann bei Wegnahme des Lehrgerüstes zuerst weggeschlagen, worauf das Lehrgerüst mit der darauf liegenden Bretterverschalung um die Stärke der herausgeschlagenen Keile sich senkt. Hierdurch erreicht man den grossen Vortheil, dass ohne alle und jede Erschütterung auf den gemauerten Bogen, das Lehrgerüst leicht weggenommen werden kann. Unterlässt man diese Vorsichtsmaassregel und stellt den Lehrbogen unmittelbar auf die Unterlagen, so muss später das Lehrgerüst mit Gewalt herausgeschlagen werden und haben die dadurch entstehenden Erschütterungen nicht selten schon den Einsturz des fertig gemauerten Bogens nach sich gezogen.

Die Verschalung des Lehrgerüstes muss überall eine gleiche Stärke haben, weil sonst das Bogenmauerwerk nicht regelrecht und genau ausgeführt werden kann und ferner auch die innere Bogenlinie sich nicht der vorgeschriebenen Kurve gehörig anschliesst. Ferner darf man den einzelnen Verschalungsbrettern keine grössere Breite als höchstens 9 Zentimeter geben, weil dieselben sich sonst nicht gehörig der Kurve des Lehrbogens anlegen, und somit dieselbe dann jedenfalls geändert wird, was auch leicht wieder zur Folge hat, dass die Zentralfugen nicht genau passend ausgeführt werden.

Was die Anordnung der Zentralfugen betrifft, so ist schon oben im Allgemeinen angedeutet, dass dieselben bei ihrer Verlängerung stets in den Mittelpunkt des zugehörigen Bogens zusammentreffen müssen. Bei der Aufführung der Bogenmauerung würde es aber immer mit Schwierigkeit verknüpft sein und überhaupt auch die Arbeit jedenfalls sehr verzögern, wenn man bei jeder einzelnen Fuge erst die Richtung derselben suchen und bestimmen wollte. Um nun diesem vorzubeugen, ist es jedenfalls am einfachsten, auf dem Umfange des Lehrbogens vorher die einzelnen Schichten des Bogens genau eintheilen und hierauf dann die Richtungen der sämmtlichen Fugen auf die vordere Fläche des Lehrbogens zu verzeichnen, indem man von den erhaltenen Theilungspunkten jedesmal nach dem zugehörigen Mittelpunkt Linien zieht, sodass man bei Aufmauerung des Bogens nur auf die bezügliche Schicht ein kurzes Richtscheit zu legen hat, um die richtige Lage derselben prüfen zu können, welche dann stattfindet, wenn die Schicht mit dem zugehörigen Theilriss

auf dem Lehrbogen zusammentrifft. Hierdurch erreicht man jedenfalls einen doppelten Vortheil; einmal wird dadurch die genauere Ausführung sehr erleichtert und ferner erhält man ein regelmässiges Bogenmauerwerk.

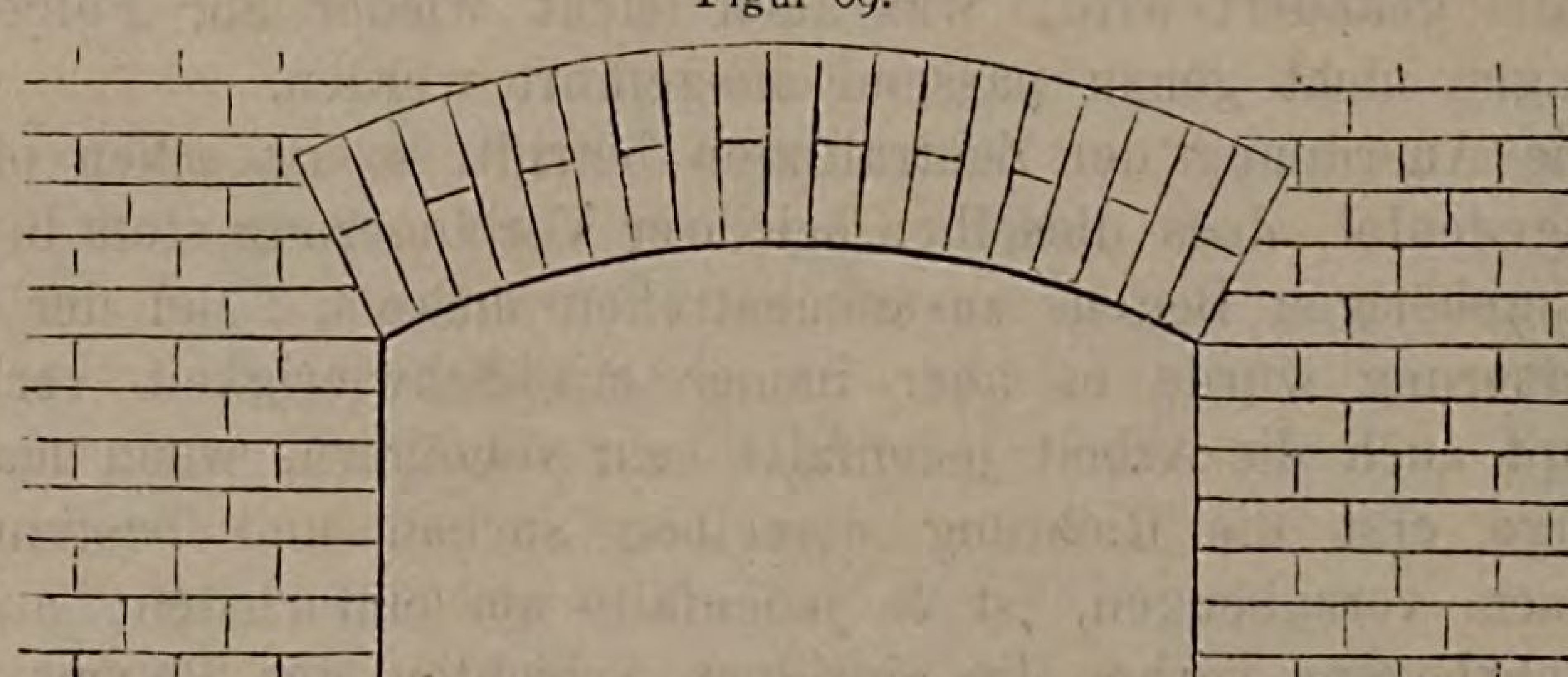
Die Ermittelung der Fugenrichtungen hat nun bei denjenigen Bogen, die aus einem oder aus mehreren Mittelpunkten beschrieben sind, gar keine Schwierigkeiten, indem, wie schon oben angeführt, die Fugenrichtungen sämmtlich in dem betreffenden Mittelpunkt des Bogens sich schneiden. Schwieriger aber ist es, wie auch ebenfalls schon oben erwähnt wurde, bei der Ellipse die Richtungen der Zentralfugen genau anzugeben. Da überhaupt aber eine genaue und richtige Verzeichnung der Ellipse immer sehr schwierig ist, und wenn man sie nicht durch Rechnung bestimmen will, sie mittelst einer Schnur ohne Ende, wie oben näher dargestellt ist, gezogen wird, hierbei jedoch ein etwas stärkeres oder geringeres Anspannen der Schnur schon immer eine Unregelmässigkeit oder Unrichtigkeit hervorbringt, so ist es jedenfalls vortheilhafter und überhaupt auch bedeutend einfacher, sich der aus mehreren Mittelpunkten beschriebenen Korbbogen zu bedienen, indem diese nicht allein leichter und genauer zu beschreiben sind, sondern auch die Bestimmung der Fugenrichtungen bedeutend einfacher und leichter ist. In ästethischer Hinsicht begeht man auch durchaus keinen Verstoss, wenn man die Ellipse nicht anwendet.

Bei Eintheilung und Bestimmung der Fugenrichtungen muss aber gleich darauf Rücksicht genommen werden, dass bei späterer Ausführung des Bogens die Fugen sowol nach ihrer Höhe als auch nach ihrer Stärke möglichst gleichmässig und nicht in der Gestalt hergestellt werden, dass an der inneren Laibung (Bogenlinie) die Gewölbsteine mit ihren Kanten scharf an einander treffen, dagegen an der äusseren Laibung (Bogenlinie) die Fugen gar mehrere Zentimeter stark werden. Solche Ausführungen sieht man zwar nicht selten, sie sind aber immer fehlerhaft und geben die hauptsächlichste Veranlassung zu den dann sehr häufig sichtbaren Rissen in den Bogenmauerungen.

Es sollen nunmehr verschiedene Beispiele von Bogenmauerungen näher dargestellt werden.

In nachstehender Figur 69 ist ein flacher, einen Stein hoher Bogen dargestellt.

Figur 69.



Was zunächst die Herstellung des Lehrgerüstes betrifft, so lässt man dasselbe hier aus zwei hochkantigen, nach der bestimmten Bogenlinie geschnittenen Brettern bestehen. Die Unterstützung der Bogenbretter geschieht in ähnlicher Weise, wie dieses oben bereits näher angeführt ist. Wird der Bogen in einer Breite von einem Stein gemauert, so genügt es, wenn die

beiden Lehrbogen aufgestellt werden und kann man gleich unmittelbar darüber die Bogenmauerung ausführen. Wird der Bogen aber in einer Breite von mehreren Steinlängen gemauert, so ist die Anordnung einer Verschalung über den Lehrbögen notwendig, und werden dann die Lehrbogen um die Stärke der Verschalung niedriger gestellt, wo dagegen im ersteren Falle die Lehrbogen bis unmittelbar unter den Bogenanfang gestellt werden.

Um hier eine richtige Fugeneintheilung zu erhalten und zwar in der Beziehung, dass die Fugen eine möglichst gleichmässige Stärke erhalten und an der äusseren Bogenlinie nicht zu bedeutend werden, nimmt man hier am zweckmässigsten die Theilungslinie für die Fugen in der Mitte der Höhe des Bogens, also eine Steinbreite von der äusseren Laibung entfernt, und nimmt man dann die Steindicke unter Zurechnung einer Fugenstärke als Einheit für die Theilung an. Zieht man dann von den so erhaltenen Theilpunkten nach dem zugehörigen Mittelpunkt gerade Linien, so ergibt sich, dass die sämmtlichen Bogensteine an ihrem unteren Ende oder nach der inneren Laibung hin etwas keilförmig zugehauen werden müssen. Hierdurch wird aber der grosse Vortheil erreicht, dass die Fugen in ihrer ganzen Ausdehnung fast gleiche Stärke erhalten. Wollte man dieses keilförmige Behauen der Steine aber unterlassen, so würde man starkkeilförmige Fugen erhalten, die nach Entfernung des Lehrgerüstes sich nach Oben zusammenpressen und an der inneren Laibung notwendig öffnen würden, wodurch dann unbedingt ein ungleicher Druck in der Bogenmauerung entstehen würde.

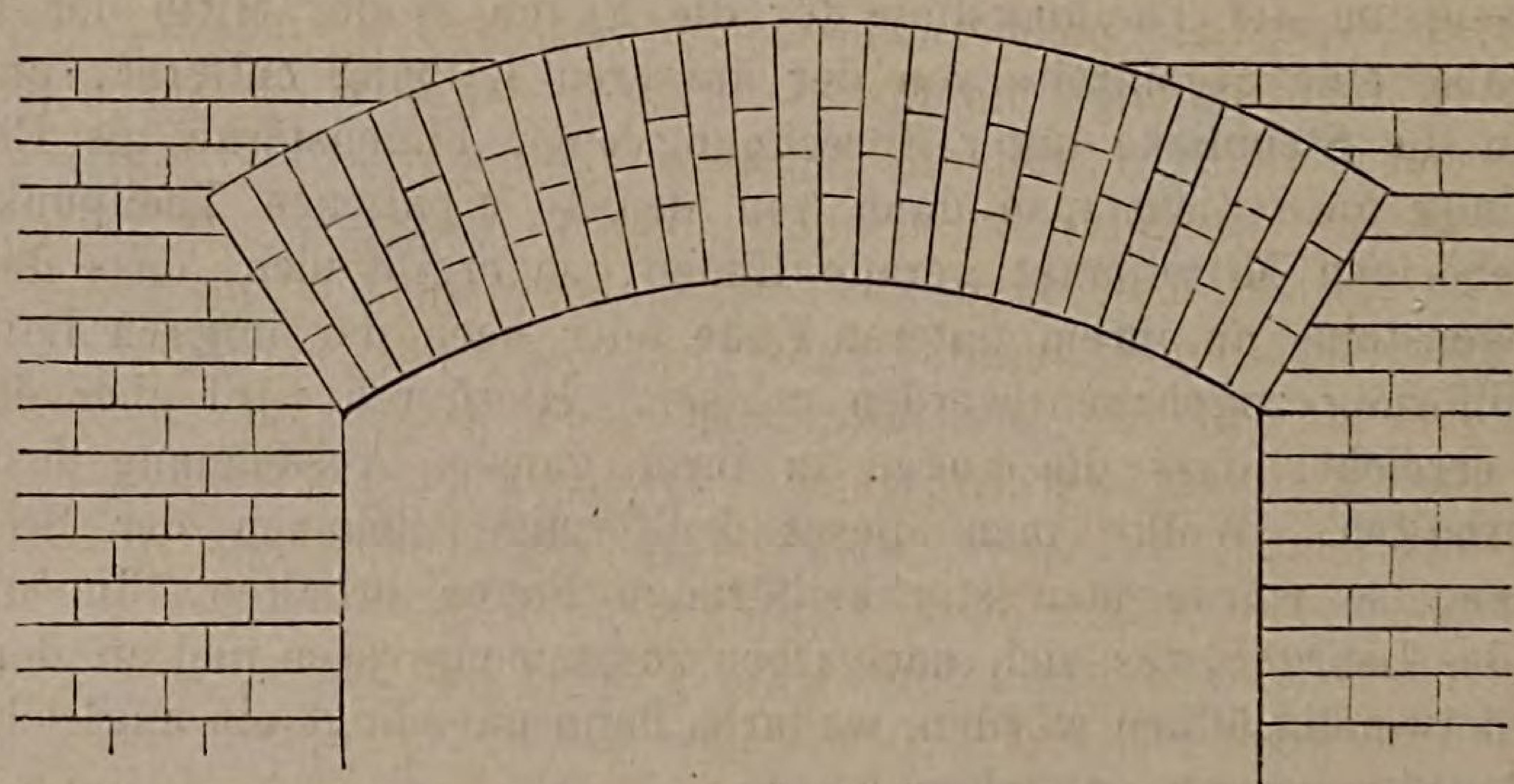
Um nun eine solche Eintheilung der Fugen auf den Lehrbogen zu verzeichnen, steckt man auf dem Reissboden, auf welchem der Lehrbogen vorgezeichnet ist, von der Bogenlinie auf die Stärke der Verschalung und in dem vorliegenden Falle ausserdem die Steinbreite ab, zieht dann durch diesen letzteren so erhaltenen Punkt eine Bogenlinie aus demselben Mittelpunkte des Lehrbogens, theilt auf dieser Bogenlinie die Fugen ein und zwar von der Mitte aus, indem man von der Mittellinie des Bogen aus nach beiden Seiten hin die halbe Steindicke und die halbe Fugenstärke abträgt, welcher Theil für den Schlussstein gilt. Von diesen Punkten aus theilt man dann nach beiden Seiten hin die Bogenlinie in eine gleiche Anzahl von Theilen, von denen jeder Theil gleich der Steindicke und der Stärke einer Fuge ist. Von den so erhaltenen Theilungspunkten, welche von der Mitte aus nach beiden Seiten hin auf dieser Bogenlinie abgetragen sind, zieht man nunmehr nach dem Mittelpunkte gerade Linien und bezeichnet diese Linien auf dem Lehrbogen, welche Linien dann die Richtungen der einzelnen Fugen genau angeben. Hierbei soll gleich erwähnt werden, dass bei jedem Bogen zu beiden Seiten des Schlusssteins immer eine gleiche Anzahl Theile abgetragen werden müssen, sodass also der Bogen immer eine ungerade Anzahl von Schichten erhält und demnach auch die zu beiden Seiten des Schlusssteins gleichliegenden Schichten stets gleichen Verband haben, d. h. entweder beide Läuferschichten oder beide Streckerschichten sind.

Wollte man den Bogen aus einer geraden Anzahl von Schichten bestehen lassen, so würde zunächst an Stelle des Schlusssteins eine Fuge treffen, wodurch aber die Festigkeit des Bogens benachtheiligt werden würde. Ferner aber würde man an den Bogenanfängen nicht mit gleichen Schichten anfangen dürfen, sondern man müsste dann mit Läufer- und Streckerschichten gleichzeitig anfangen, weil man sonst in der Mitte entweder zwei Läuferschichten oder zwei Streckerschichten an einander liegend erhalten würde, welches aber

nicht allein fehlerhaft wäre, sondern auch sehr unangenehm ins Auge fallen würde. Aber auch das fällt schon sehr unangenehm ins Auge, wenn man die Bogenanfänge aus ungleichen Schichten bestehen lässt. Es sind daher nicht nur Zweckmässigkeitsrücksichten, sondern auch Schönheitsrücksichten, welche erfordern, dass ein Bogen immer aus einer ungeraden Anzahl von Schichten bestehe.

Ein flacher $1^1/_2$ Steine hoher Bogen ist in nachstehender Figur 70 näher dargestellt.

Figur 70.



Die Theilungslinie für die Anzahl der Schichten des Bogens wält man hier am zweckmässigsten so, dass sie um eine ganze Steinlänge von der inneren Laibung des Bogens entfernt ist, und nimmt dann auch wieder die Steindicke und die Stärke einer Fuge zur Einheit der Theilung an. Es folgt hier ganz von selbst, dass die einzelnen Schichten nach der inneren Wölblinie hin noch mehr keilförmig zugehauen werden müssen, als bei dem vorigen Falle. Im Uebrigen wird bei der Eintheilung ganz so verfahren, wie oben angegeben ist.

Noch mehr keilförmig müssen die einzelnen Schichten zugehauen werden, wenn man den flachen Bogen zwei Steine hoch mauert; denn in einem solchen Fall ist die Theilungslinie für die Bogenschichten um $1^1/_2$ Steinlängen von der inneren Wölblinie entfernt anzunehmen. Wollte man in solchem Fall die Theilungslinie für die Bogenschichten der inneren Wölblinie näher annehmen, so würden zwar die einzelnen Schichten weniger keilförmig zugehauen werden, es würden dafür aber dann die Fugen notwendig eine stärkere keilförmige Gestalt erhalten müssen, und würde dieses um so mehr der Fall sein, je mehr man die Theilungslinie der inneren Wölblinie näherte.

Was hier über die Theilungslinie für die Schichten bei flachen Bogen gesagt ist, findet ebenfalls seine volle Anwendung bei den Halbkreisbogen, sowie auch bei den gedrückten und überhöhten Bogen, und nimmt man daher auch hier die Theilungslinie für die Bogenschichten immer eine Steinbreite von der oberen Wölblinie entfernt an, und verfährt dann mit der Eintheilung ganz in derselben Weise wie oben angegeben wurde, und wobei gleichzeitig zu berücksichtigen, dass jeder Bogen eine ungerade Anzahl von Schichten erhält.

Bei einer solchen Eintheilung der Wölbschichten wird es unbedingt erforderlich, dass jede einzelne Schicht keilförmig zugehauen werde, wodurch

aber dann auch der grosse Vortheil erreicht wird, dass die zwischen gelegten Kalkfugen jedesmal fast durchgehends eine gleiche Stärke und nicht eine stark keilförmige Gestalt erhalten, wodurch nur ungleiche Pressungen in dem Bogen entstehen würden.

Grosse Bequemlicheit, Gewissenlosigkeit oder auch Unverstand seitens der Arbeiter sind häufig Schuld daran, dass dieses nicht immer genügend berücksichtigt wird, und kommt es in der Ausführung nicht selten vor, dass die Bogen so gemauert werden, dass die zweite oder dritte Schicht immer erst etwas keilförmig zugehauen und eine Ausgleichung durch mehr oder minder starke keilförmige Kalkfugen hergestellt, welches aber stets höchst fehlerhaft ist und dadurch immer ein unregelmässiges Mauerwerk erhalten wird. Ueberhaupt findet man bei den Mauern nicht selten auch die Ansicht vertreten, dass es besser sei, die Schichten an der äusseren Laibung des Bogens immer etwas zurückzuhalten, damit der Schlussstein alsdann eine recht starke keilförmige Gestalt erhalten könne. Diese Ansicht ist aber keineswegs eine richtige, denn durch solche Anordnungen müssen, da der gemauerte Bogen aus einer grösseren Anzahl Steinen besteht, jedenfalls ungleiche Wirkungen und Pressungen entstehen, wie sich diese auch in der Ausführung in Wirklichkeit durch das ungleiche Setzen solcher gemauerter Bogen nur zu deutlich ergibt.

Die Stärke der Zentral- oder Lagerfugen bei einem Bogen soll nicht mehr als 9 Millimeter betragen; die Fugen sollen aber überall voll sein, oder wie man in der Praxis sich ausdrückt; der Bogen soll mit durchaus vollen Fugen gemauert werden, damit bei entstehender Pressung der Druck auf die ganze Fuge treffe und überall gleichen Widerstand finde. Man findet nicht selten, wo vorher keine Eintheilung der Schichten stattgefunden hat, einzelne Fugen von fast 26 Millimeter Stärke, welche dann mit kleinen Steinzwickeln ausgedrückt werden, und wieder gleichzeitig in demselben Bogen andere Fugen von 6 bis 13 Millimeter Stärke. Dass aber bei solchen Unregelmässigkeiten kein solides Bauwerk erhalten werden kann, versteht sich wol von selbst.

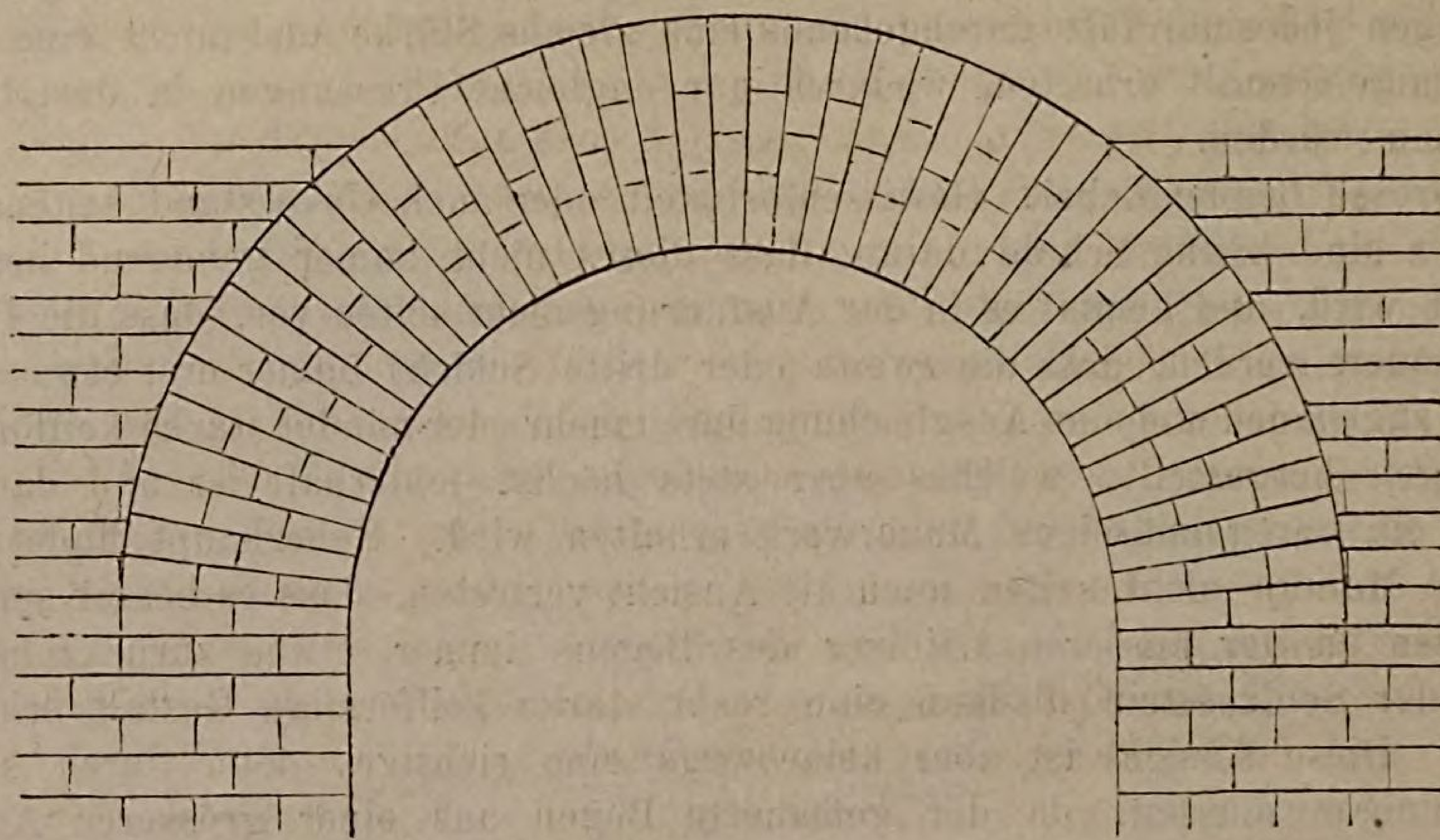
Bei flachen Bogen ist die Eintheilung der Schichten auch schon aus dem Grunde mehr oder weniger notwendig, damit man die Richtung der Fläche des Widerlagers genau bestimmen kann. In vielen Fällen sucht man diese so zu bestimmen, dass man, nachdem die Lehrbogen aufgestellt sind, auf ihre Oberkante einen Winkel anlegt und die Richtung des zweiten Schenkels dann als Richtung der Widerlagsfläche annimmt, welches Verfahren aber kein hinreichend genügendes Resultat gibt.

In nachstehender Figur 71 ist ein voller oder Halbkreisbogen von 1 1/2 Steinen Höhe in der Ansicht dargestellt.

Nach dem Bisherigen ist die Anordnung der Eintheilung der Fugen leicht erklärlich und soll hier nur noch in Bezug auf die Ausführung folgendes bemerkt werden.

Sobald die Bogenschenkel bis zu etwa ein Drittel der Höhe aufgemauert sind, ist es notwendig, dass auch die Hintermauerung der Bogenschenkel aufgeführt werde, damit durch die weiter aufzuführende Bogenmauerung die Schenkel nicht herausgedrängt werden. Namentlich ist die Herstellung dieser Hintermauerung bis zu einer gewissen Höhe vor Einbringung des Schlusssteins notwendig, denn durch ein mehr oder weniger starkes Eintreiben desselben wird das Bogenmauerwerk leicht etwas verrückt, und zwar findet dieses um so eher statt, je grösser die Spannweite des Bogens ist. Es braucht wol kaum erwähnt zu werden, dass bei Aufmauerung eines solchen Bogens an

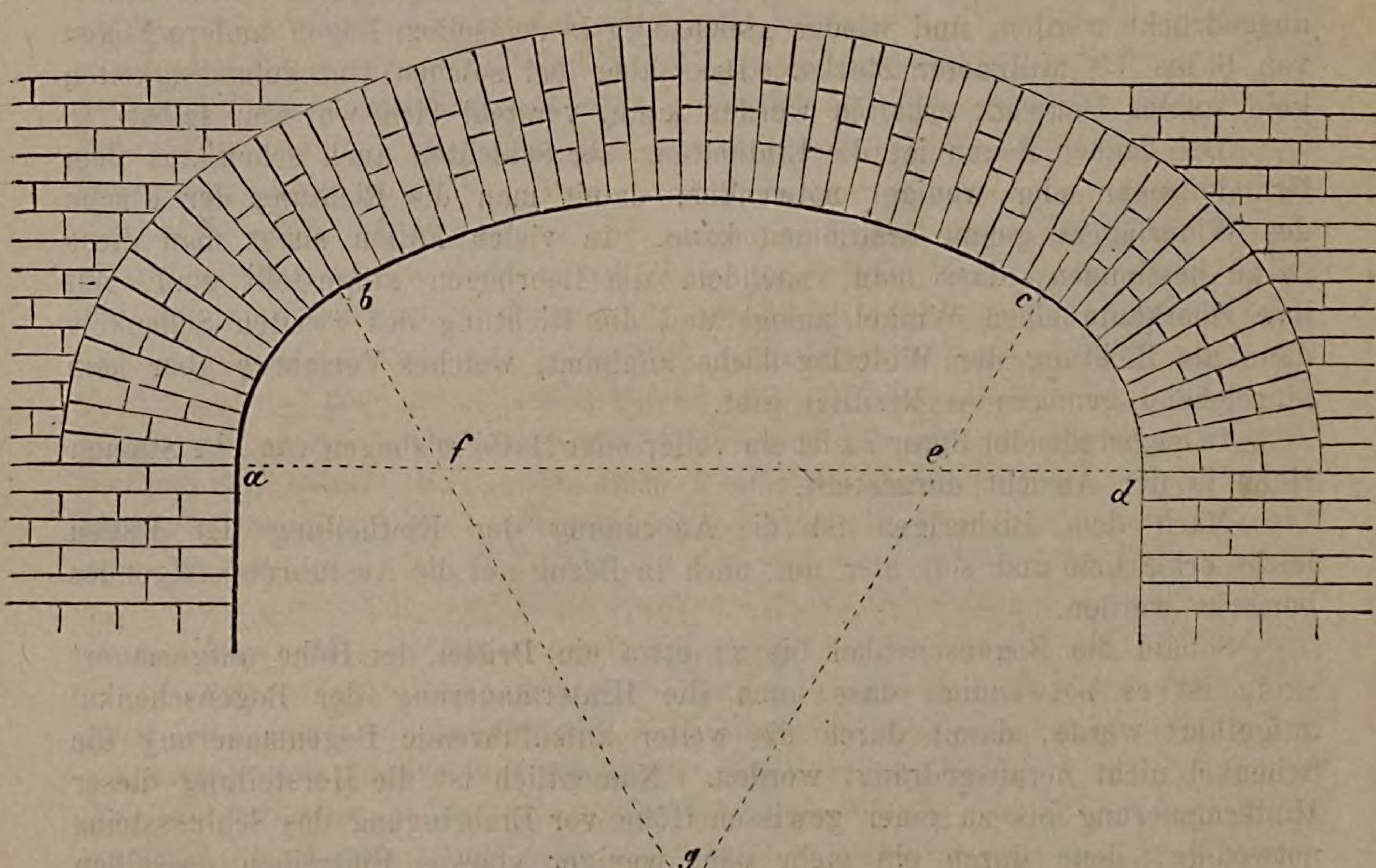
Figur 71.



beiden Schenkeln zugleich angefangen und immer in gleicher Höhe die Bogenmauerung weiter geführt werden muss, damit die Lehrbogen, welche doch meistens nur ziemlich leicht zusammengesetzt werden, stets einen gleichmässigen Druck erhalten und sich nicht verschieben können. Diese Bemerkung gilt übrigens nicht nur bei Halbkreisbogen, sondern überhaupt bei allen Bogen ohne Ausnahme.

In der nachstehenden Figur 72 ist ein gedrückter Bogen von $1^1/_2$ Steinen Höhe näher dargestellt.

Figur 72.

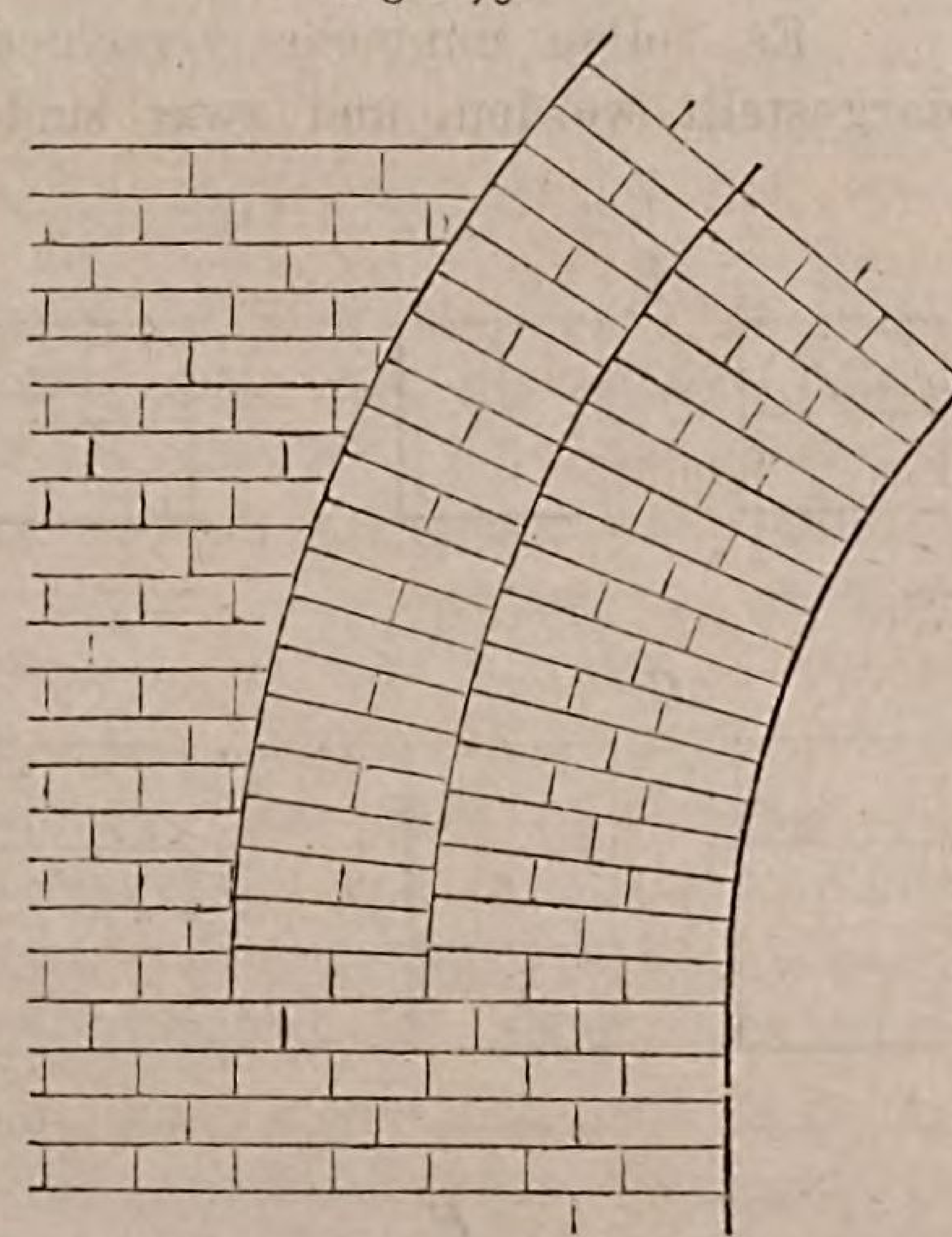


Hierbei findet das bisher Angeführte ebenfalls volle Anwendung und ist nur in Bezug auf die Eintheilung der Fugen Folgendes zu bemerken.

Oben wurde schon angeführt, dass die Richtungen der Fugen stets nach dem zugehörigen Mittelpunkt des Bogens gezogen werden müssen, und da der vorliegende Bogen aus drei Mittelpunkten verzeichnet ist, so müssen die Fugen der einzelnen Bogentheile jedesmal nach dem zugehörigen Mittelpunkte gezogen werden und zwar laufen die Richtungen der Fugen des Bogentheils a b in den zugehörigen Mittelpunkt f, die Fugen des Bogentheils c d in den zugehörigen Mittelpnnkt e und diejenigen des mittleren Theils des Bogens in dessen Mittelpunkt g zusammen.

Wird ein Bogen höher als 2 Steine gemauert, so bietet dessen Ausführung, namentlich wenn die Spannweite des Bogens nicht sehr bedeutend ist, viele Schwierigkeiten dar, weil jede einzelne Schicht dann fast in ihrer ganzen Ausdehnung behauen werden muss und zwar an der inneren Laibung sehr bedeutend. Um diesen Schwierigkeiten zu entgehen, hat man mehrfach einen solchen Bogen in konzentrischen schwächeren Lagen hergestellt und zwar so, dass zwei unmittelbar auf einander liegende Bogen erhalten wurden, wie in nebenstehender Figur 73 angedeutet ist.

Figur 73.



Es ist leicht einzusehen, dass durch eine solche Anordnung die Arbeit ungemein erleichtert wird. Dieser Vortheil wird aber wieder illusorisch durch den Nachtheil, welcher durch die geringere Festigkeit eines solchen Bogens entsteht. Die beiden auf einander liegenden Bogenmauerungen sind nicht weiter mit einander verbunden als nur auf ihren Widerlagern; auf dem ganzen übrigen Theil kann sich das Mauerwerk der beiden Bögen unabhängig von einander setzen und es muss entweder der innere Bogen die ganze Last tragen, oder wenn dieser Bogen sich stärker setzt als der obere Bogen, muss der obere Bogen die Last tragen und es bildet sich dann zwischen beiden Bogen eine offene Fuge.

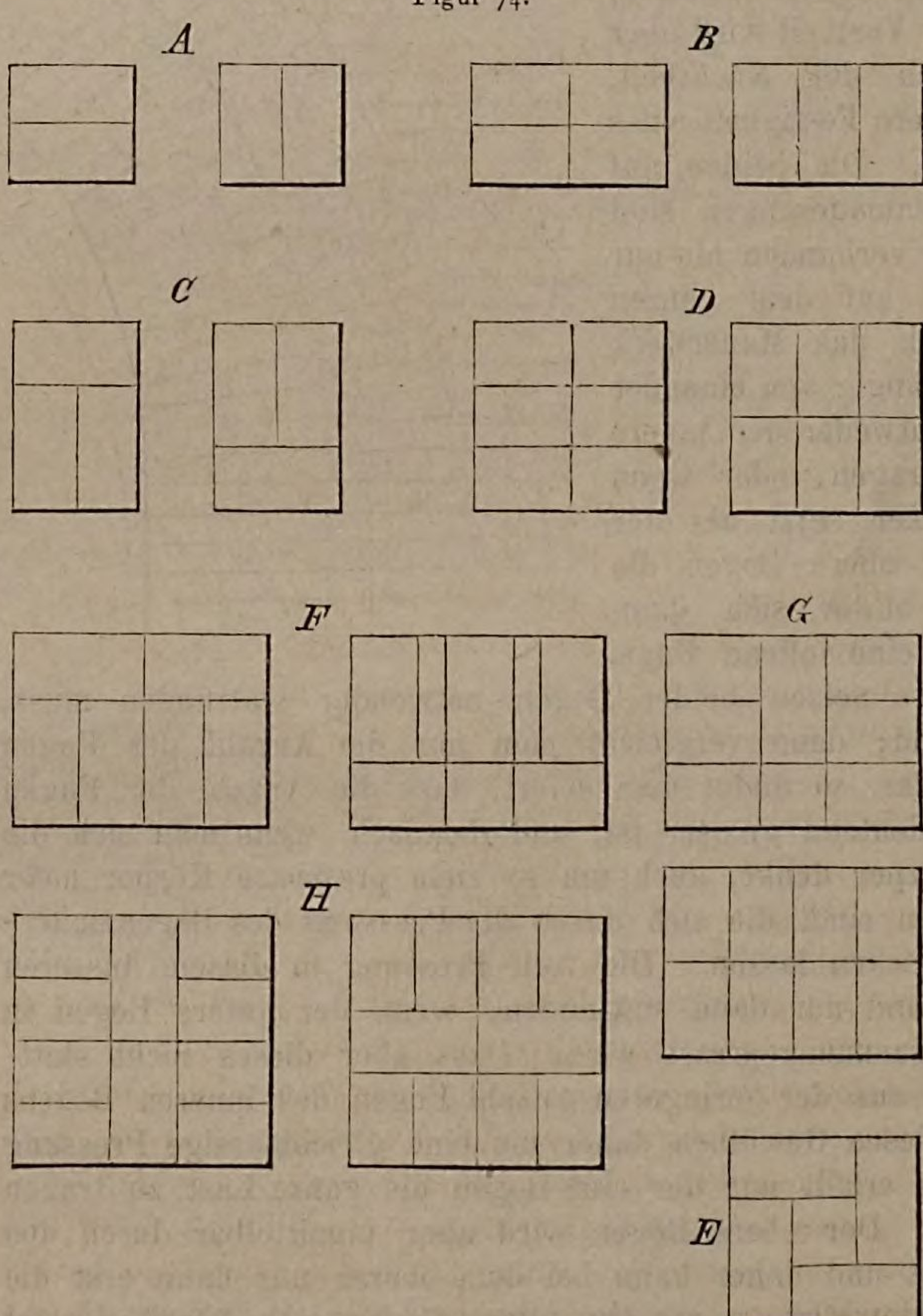
Dass ein ungleiches Setzen beider Bogen notwendig stattfinden muss, liegt klar auf der Hand; denn vergleicht man nur die Anzahl der Fugen beider Bogen mit einander, so findet man sofort, dass die Anzahl der Fugen des äusseren Bogens bedeutend grösser ist, und demnach, wenn man sich die Fugen als pressbare Körper denkt, auch um so viele pressbare Körper mehr in diesem Bogen enthalten sind, die sich durch die Pressung des Bogenmauerwerks noch zusammendrücken lassen. Die volle Pressung in diesem äusseren Bogen kann aber erst und nur dann stattfinden, wenn der untere Bogen in gleichem Verhältniss zusammengepresst wird. Dass aber dieses nicht stattfinden wird, geht schon aus der geringeren Anzahl Fugen des inneren Bogens hervor. Es kann bei diesen Gewölben daher nie eine gleichmässige Pressung stattfinden und entweder erhält nur der eine Bogen die ganze Last zu tragen oder der andere Bogen. Der obere Bogen wird aber unmittelbar durch den unteren Bogen unterstützt und daher kann bei dem oberen nur dann erst die beabsichtigte Spannung eintreten, wenn der untere Bogen sich soweit gesetzt hat, dass die Unterstützung des oberen Bogens vollständig aufgehört hat.

Man erreicht auch nicht ein gleichmässiges Zusammendrücken durch geringe Ueberhöhung des oberen Bogens oder Verstärkung der Fugen des unteren Bogens, weil man in beiden Fällen nicht die Grösse der Senkung in Folge des Setzens des Bogens angeben und bestimmen kann.

Es ist daher diese vorliegende Anordnung einer Bogenmauerung mit zwei konzentrisch über einander gelegten Bogen keineswegs so zweckmässig, wo es darauf ankommt, ein Bogenmauerwerk herzustellen, welches bedeutende Lasten tragen soll; die konzentrische Uebermauerung ist im eigentlichen Sinne nichts weiter als Füllmauerwerk. Es ist daher unter allen Umständen vorzuziehen, die konzentrische Uebermauerung nicht anzuwenden, sondern den Bogen in der entsprechenden Stärke auszuführen und jede einzelne Bogenschicht in der erforderlichen keilförmigen Gestalt zu behauen. Es ist auch ferner zu berücksichtigen, dass diese grössere Stärke der Bogenmauerung nur bei Bogen von grösserer Spannweite Anwendung findet und demnach der Unterschied der Stärke der einzelnen Schichten an der inneren und äusseren Laibung nicht sehr gross wird.

Es sollen nunmehr verschiedene Verbände von Bogenmauerwerk näher dargestellt werden, und zwar sind in den beifolgenden Figuren 74 A—H Verbände der Bogenmauerung von 1 Stein bis 2 Steinen Höhe bei verschiedener Laibungsstärke näher angegeben.

Figur 74.



In Figur A ist die Bogenmauerung 1 Stein hoch und die Laibung des Bogens ebenfalls nur 1 Stein stark angenommen. Hierbei wechseln Läufer und Strecker immer regelmässig ab.

In Figur B ist die Bogenmauerung von gleicher Höhe angenommen, jedoch ist die Laibung des Bogens hier $1^1/_2$ Stein stark. In den Streckerschichten wendet man hier $^3/_4$ Steine an, sodass dann die mittlere vertikale Stossfuge dieser Schichten der ganzen Länge nach immer auf die Mitte des mittleren Steins der Läuferschichten trifft. In den Läuferschichten werden drei ganze Steine neben einander vermauert.

In Figur C ist die Bogenmauerung in einer Höhe von $1^1/_2$ Steinen, dagegen die Laibung des Bogens gleich 1 Stein stark angenommen.

In der Stirnfläche des Bogens ist hier einmal der Strecker unten und darüber ein Läufer angeordnet: in der unmittelbar folgenden Schicht findet aber dann das Umgedrehte statt.

Einen besseren Verband erhält man jedoch, wenn man die drei Strecker über einander nach der Laibung des Bogens durchstrecken lässt und in der folgenden Schicht zwei Dreiquartierstücke über einander anordnet, deren horizontale Stossfuge auf die Mitte des mittleren Streckers der vorhergehenden Schicht trifft, ähnlich, wie dieses in B angegeben ist, welche Figuren man sich aber in diesem Falle stehend statt liegend denken muss.

In D ist der Verband einer Bogenmauerung von $1^1/_2$ Steine Höhe und $1^1/_2$ Steinen starker Laibung dargestellt. Die Anordnung des Verbandes ist hier leicht zu ersehen und bedarf es daher keiner weiteren Erklärung.

In E ist ein Schornsteinverband angegeben, welchen man auch bei Bogenmauerungen angewendet findet. Hierbei ist aber zu bemerken, dass die Umfassungsfugen des halben Steins im Innern durch die ganze Bogenmauerung gehen und zwar treffen sie in allen Schichten aufeinander; es ist daher diese Anordnung nicht dem Zwecke eines guten Verbandes entsprechend.

In F ist der Verband einer Bogenmauerung angegeben, wenn der Bogen bei einer Höhe von $1^1/_2$ Steinen eine Laibung von zwei Steinlängen erhält.

Um hier eine gehörige Fugendeckung zu erhalten, sind in der einen Schicht im Innern Quartierstücke angeordnet. Diese Anordnung von Quartierstücken gibt in der Ausführung aber zu häufig Veranlassung zu Unregelmässigkeiten und namentlich in den Fällen, wenn die einzelnen Schichten stark keilförmig zugehauen werden müssen. Man findet dann nicht selten, auch selbst bei der strengsten Beaufsichtigung, dass statt regelmässig behauener Quartierstücke, kleinere Steinstücke eingesetzt und die Zwischenräume hierauf mit Kalkmörtel ausgefüllt werden. Solche Unregelmässigkeiten schaden aber nicht selten in einem hohen Grade der Festigkeit des Bogenmauerwerks.

Einen jedenfalls besseren Verband erhält man, wenn man, wie in G angegeben ist, Dreiquartierstücke anwendet. Die Anordnung des Verbandes ist aus den Figuren leicht ersichtlich und bedarf es daher keiner weiteren Erklärung.

In H ist der Verband einer Bogenmauerung von 2 Steinen Höhe und 2 Steinen Laibung in zwei verschiedenen Schichten dargestellt; auch hier ist die Anordnung des Verbandes aus den Figuren leicht ersichtlich und bedarf es daher keiner weiteren Erklärung.

Die hier angegebenen Verbände zu Bogenausmauerungen werden in den meisten vorkommenden Fällen genügen und wo die Höhe der Bogenmauerung und die Stärke der Laibung derselben grösser ist, wird es keiner grossen Schwierigkeit unterworfen sein, auch dann die richtige Anordnung des Verbandes herzustellen. Es muss hier aber nochmals bemerkt werden, dass bei allen Bogenmauerungen eine genaue Einhaltung des Verbandes durchaus notwendig ist und die Anwendung von Quartierstücken zur Herstellung des Verbandes in den Schichten immer möglichst vermieden werden muss, weil die dazu verwendeten Steinstückchen selten den genügenden Widerstand zu leisten im Stande sind, indem die Arbeiter dieselben meistens nur als zur Ausfüllung dienend betrachten, wenngleich sie dieselben doch zur Herstellung des Ver-

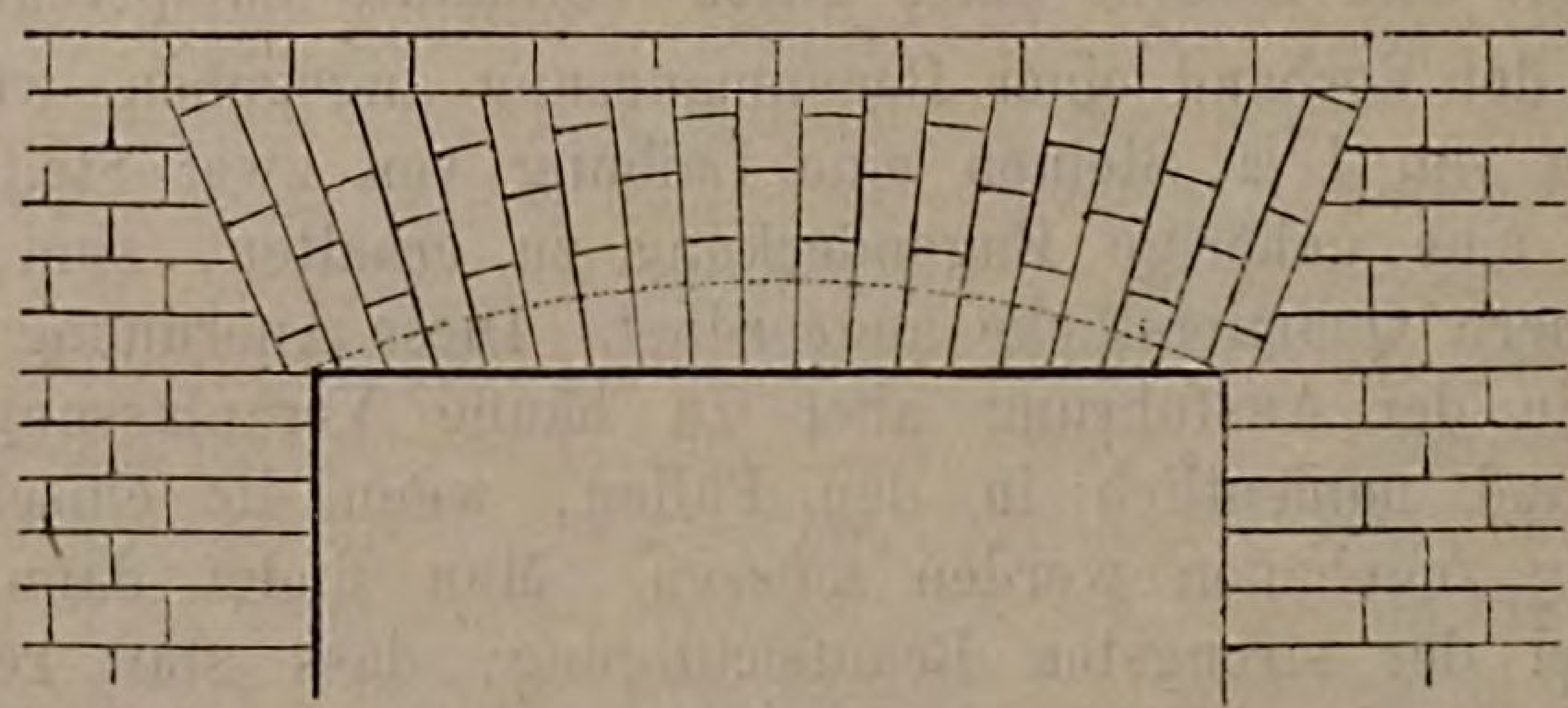
bandes anwenden und solche daher auch als Theil der Bogenmauerung notwendig angenommen werden müssen.

Die scheitrechten Bogen sind solche, deren innere Laibung oder untere Fläche in einer horizontalen Ebene liegt und deren vordere Kante demnach eine horizontale gerade Linie bildet. Diese scheitrechten Bogen entsprechen immer einem flachen Kreisbogen und muss daher auch die Eintheilung und Anordnung der Gewölbefugen eines solchen scheitrechten Bogens ganz in derselben Weise bestimmt werden, als dieses oben bei den flachen Bogen näher angeführt worden ist.

Die scheitrechten Bogen unterscheiden sich von den flachen Bogen hauptsächlich dadurch, dass die einzelnen Wölbsteine immer bis zu der wagerechten Verbindungslinie der Bogenanfänge oder der Kämpferlinie heruntergehen und demnach das durch diese wagerechte Linie und durch den zu Grunde gelegten flachen Kreisbogen eingeschlossene Kreissegment mit Mauerwerk ausgefüllt wird.

Betrachtet man z. B. die in nachstehender Figur 75 dargestellte Konstruktion eines scheitrechten Bogens, so ergibt sich, dass deren Fugenschnitt in Bezug auf die in der Figur 75 punktirt angegebenen Bogen gezogen sind.

Figur 75.



Es geht hieraus leicht hervor, dass, je nachdem die Pfeilhöhe des betreffenden Kreisbogens höher oder geringer angenommen wird, auch die Neigung der Anfängerschichten grösser oder kleiner werden muss, weil bei einer grösseren Pfeilhöhe auch der zugehörige Mittelpunktswinkel grösser wird, dagegen bei einer kleineren Pfeilhöhe derselbe kleiner wird. Unter allen Umständen werden aber die Fugenrichtungen immer rechtwinklich auf den in jedem einzelnen Fall zu Grunde gelegten Kreisbogen.

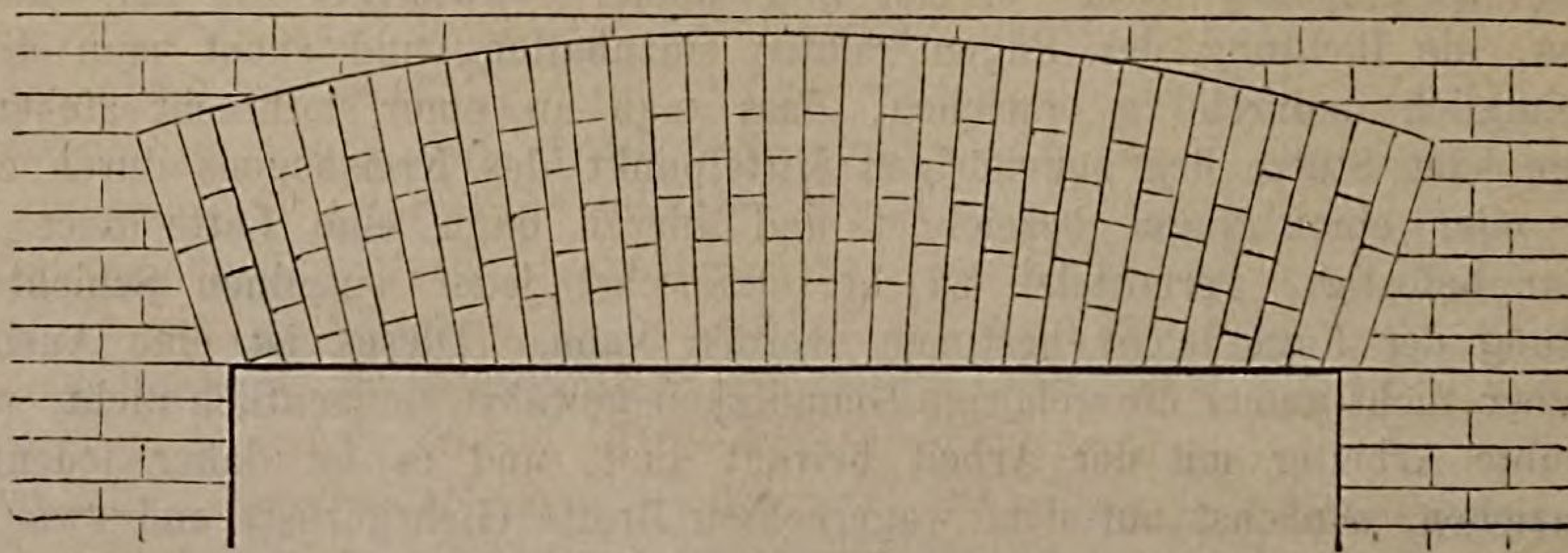
Was die Mauerung solcher scheitrechter Bogen betrifft, so nimmt man als Lehrgerüst ein wagerecht gelegtes starkes und wol unterstütztes Brett, welches fast in der ganzen Stärke der Mauer (der Laibung des Bogens) durchreicht. Damit aber nach Schliessung des Bogens das Brett leicht und ohne alle Erschütterung wieder beseitigt werden kann, werden Holzkeile darunter gelegt und zwar in gleicher Weise, wie schon oben bei Beschreibung von Bogengerüsten angeführt wurde. Nachdem dann die Widerlager zu beiden Seiten bis zu der erforderlichen Höhe und nach der dem Fugenschnitt des Bogens entsprechenden Richtung aufgemauert sind, werden die Bogenanfänge angesetzt und wird die untere Kante dieser Steine genau nach der Richtung des als Lehrgerüst dienenden Brettes zugehauen. An der äusseren oder oberen Laibung des scheitrechten Bogens, welche hier ebenfalls eine wagerechte Ebene bildet, werden die einzelnen Steine nach einer hier wagerecht ausgespannten Schnur behauen, welche Schnur genau nach der oberen Kante des zu mauernden

Bogens ausgespannt wird. Es ist hier immer schwieriger als bei anderen Bogen, die Richtung der Fugen richtig einzuhalten, und sucht man dieses gemeiniglich dadurch zu erreichen, dass man an einer lothrecht stehenden Stange oder Stütze den zugehörigen Mittelpunkt des Kreisbogens durch einen Bohr oder einen Nagel bezeichnet und hieran dann eine Latte oder eine Schnur befestigt, vermittelst welcher dann bei jeder einzelnen Schicht die Richtung der Fuge leicht bestimmt werden kann. Dieses ist eine Aushilfe, die aber nicht immer die gehörige Genauigkeit gewährt, namentlich nicht, wenn ungeübte Arbeiter mit der Arbeit betraut sind, und es ist daher jedenfalls vorzuziehen, zunächst auf dem wagerechten Brette (Lehrgerüst) und zwar auf dessen Kanten die Fugeneintheilung genau abzutragen und hierunter dann ein hochkantig stehendes zweites Brett zu befestigen, auf welchem, korrespondirend mit den Theilungspunkten auf der vorderen Kante des oberen Brettes die Richtungen der sämmtlichen Fugen vorgezeichnet werden.

Bei den scheitrechten Bogen, die also eigentlich nur flache Bogen sind, deren untere Laibung wagerecht ausgefüllt und deren obere Laibung wagerecht abgeplattet wird, kommt es, wie überhaupt bei allen Bogenmauerungen stets auf eine genaue und sorgfältige Ausführung an, und darf man keineswegs annehmen, dass ein Bogen gut und haltbar sei, wenn, wie man in der gewöhnlichen Maurersprache sich ausdrückt, die Steine nicht zu stolz stehen, d. h. dass sie nicht nach der lothrechten Mittellinie des Bogens hin überhängend sind und ferner, wenn der Schlussstein eine stark keilförmige Gestalt erhalte. Es ist aber namentlich bei den flachen und scheitrechten Bogen eine genaue Eintheilung der Fugen und Bestimmung der Richtung derselben nicht allein sehr zweckmässig, sondern auch durchaus notwendig, weil sonst die genauen Richtungen der Fugen sich sehr schwer ermitteln lassen, wenigstens durchaus nicht mit der Genauigkeit, die hier erforderlich ist. In der Praxis wird die Richtung der Widerlagsfugen sehr häufig ganz willkürlich angenommen und die Richtungen der übrigen Fugen dann auch nach Augenmaass bestimmt, wobei durch Anwendung stärkerer oder schwächerer Kalkfugen die Fugenrichtungen nach Gutdünken geändert werden. Hierbei wird aber selten oder fast nie Rücksicht darauf genommen, dass einem scheitrechten Bogen ein flacher Kreisbogen zu Grunde gelegt ist und daher beide Bogen einen und denselben Mittelpunkt haben, in welchem alle Fugen bei ihrer Verlängerung zusammentreffen müssen. Aus dieser Ursache kommt es auch, dass diese scheitrechten Bogen in vielen Fällen so unregelmässig und fehlerhaft gemauert werden und in Folge dessen dann in der Mitte sich durchdrücken, so dass sowol am Schlussstein als auch an den Widerlagern Risse entstehen, deren Vergrösserung dann nicht selten nur durch die eingesetzten Fensterrahmen verhindert wird. Häufig ist aber auch eine Erneuerung solcher fehlerhaft gemauerter Bogen erforderlich.

Einen scheitrechten Bogen kann man sehr erheblich dadurch verstärken, wenn man die äussere oder obere Laibung desselben nicht wagerecht abplattet, sondern bogenförmig herstellt und zwar nach einem Kreisbogen, welcher aus demselben Mittelpunkt verzeichnet wird, aus welchem der dem scheitrechten Bogen zu Grunde gelegte Kreisbogen beschrieben ist, und in welchem die sämmtlichen verlängerten Richtungen der Fugen zusammen laufen, so dass also nach richtiger Herstellung der Bogen der äusseren Laibung von diesen Fugenrichtungen jedesmal rechtwinklich durchschnitten wird. In der Figur 76 ist ein solcher scheitrechter Bogen dargestellt.

Figur 76.



Derselbe entspricht in dieser Gestalt noch mehr einem flachen Bogen und es ist hier nur eine Aenderung des Mauerverbandes des Bogens, welche durch die Ausfüllung des Kreissegmentes zur Herstellung der unteren wagerechten Laibung bedingt wird, wodurch der Unterschied hauptsächlich bezeichnet ist.

Die sämmtlichen Schichten eines scheitrechten Bogens müssen, soweit es erforderlich ist und durch die nach dem Mittelpunkte des Bogens gezogenen Radien bedingt wird, keilförmig zugehauen werden. Die Fugen müssen in ihrer ganzen Höhe eine möglichst gleichmässige Stärke erhalten und ist es jedenfalls sehr fehlerhaft, um etwa die Arbeit des Behauens der einzelnen Schichten zu ersparen, die Fugen keilförmig nach oben hin stärker zu machen und diese dann gar noch mit dünnen schieferigen Steinabfällen auszudrücken. Ein solches Ausdrücken kann doch immer nur an den äusseren Kanten des Bogens und dann auch nur immer bis zu einer verhältnissmässig geringen Tiefe stattfinden, wobei aber im Innern dann immer noch eine sehr starke Mörtellage bleibt, die wieder beim Trocknen des Mörtels schwindet und zwar jedenfalls in einem stärkerem Grade als an den Kanten, wo die Fugen mit Steinzwickeln ausgedrückt sind, also die Mörtelmasse mehr zertheilt ist. Diese eingedrückten Steinzwickeln verhindern nun unbedingt ein gleichförmiges Zusammenpressen der ganzen Mörtelfugen und es müssen notwendig dadurch undichte und nicht volle Fugen entstehen, woraus sich aber wieder ungleiche Pressungen im Bogen selbst ergeben. Solche ungleiche Pressungen müssen aber notwendig wieder ungleiche Senkungen im Bogen und demnach auch gewaltsame Trennungen in demselben nach sich ziehen.

Man hört nicht selten die Ansicht aussprechen, dass ein scheitrechter Bogen sich nicht mit genügender Sicherheit tragen könne; allein diese Ansicht ist jedenfalls eine unrichtige, und wenn sie sich auch in manchen Fällen scheinbar bestätigt gefunden hat, so hat sich dann bei näherer Untersuchung doch meistens ergeben, dass die geringe Haltbarkeit des Bogens nur in der unrichtigen und mangelhaften Anordnung und Ausführung ihren Grund hatte. Ein scheitrechter Bogen ist, wie auch schon oben angeführt wurde, im eigentlichen Sinne ein flacher Bogen und besteht der Unterschied von diesem nur darin, dass das untere Kreissegment des flachen Kreisbogens nach der Richtung der Sehne desselben ausgefüllt ist und zwar in der Art, dass die sämmtlichen Wölbschichten des Bogens bis auf diese Sehne oder Kämpferlinie herunter gezogen sind und das obere Kreissegment nach der Richtung seiner Sehne abgeplattet ist, wodurch dann nur eine Aenderung des Verbandes der einzelnen Wölbschichten bedingt ist. Wird ein solcher scheitrechter Bogen regelrecht gemauert, so ist ein weiteres oder stärkeres keilförmiges Behauen der einzelnen

Wölbschichten nicht mehr erforderlich, als bei einem flachen gemauerten Bogen, welcher nach der dem scheitrechten Bogen zu Grunde gelegten Bogenlinie gemauert ist, indem dann in beiden Fällen die Richtungen der Fugen gleich sind. Es ist aber leicht einzusehen, dass durch das Abplatten der oberen Laibung bei einem scheitrechten Bogen, derselbe unbedingt sehr bedeutend geschwächt wird, indem durch das abgeschnittene Kreissegment der Bogen um soviel niedriger wird und derselbe in diesem Falle dann nur einem flachen Bogen von solcher Höhe entsprechend ist, welche übrig bleibt, wenn man sich das untere Kreissegment ebenfalls weggenommen denkt, indem dieses, sowie auch die an den beiden Schenkeln oberhalb vorhandenen wagerechten Ausfüllungen zur Festigkeit des Bogens wenig oder gar nichts beitragen. Diese oberen Ausfüllungen an den Schenkeln des Bogens tragen aber dann zur Festigkeit desselben in hohem Grade bei, wenn man die obere Laibung nicht abplattet sondern nach der gewälten Bogenlinie ausführt. Es ist daher dieses letztere jedenfalls und namentlich bei grösseren Bogen vorzuziehen, wo dann die Ausführung ähnlich wie in vorstehender Figur 76 dargestellt ist, ausgeführt wird.

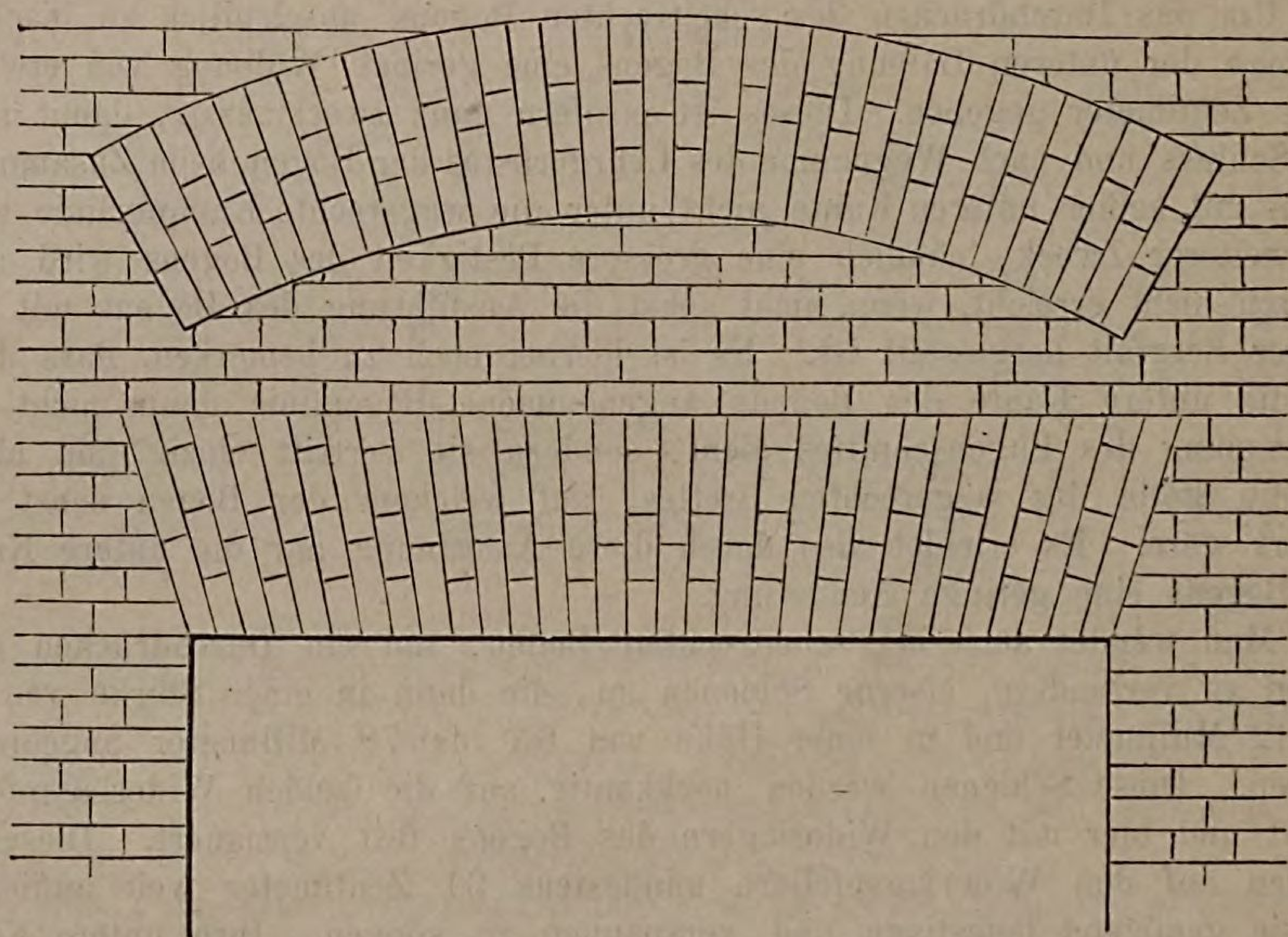
Um das Durchdrücken des scheitrechten Bogens unschädlich zu machen, hat man der unteren Laibung des Bogens eine geringe Wölbung von etwa 3 bis 4 Zentimeter gegeben. Dieses ist insofern ganz zweckmässig, damit nach dem Schluss und nach Wegnahme des Lehrgerüstes der Bogen beim Zusammensetzen mit seiner unteren Kante nicht unter die wagerechte Kämpferlinie tritt. Ein weiterer Zweck, nämlich eine grössere Festigkeit des Bogens wird aber dadurch nicht erreicht, wenn nicht sonst die Ausführung des Bogens mit gehöriger Sorgfalt hergestellt ist. Es ist hierbei noch zu bemerken, dass diese für die untere Kante des Bogens angenommene Bogenlinie dann nicht zur Bestimmung des Fugenschnittes dient, sondern sie vertritt einzig und allein nur die Stelle des wagerechten Brettes, auf welchem der Bogen sonst gemauert wäre. Es erleidet also durch diese Anordnung nur die untere Kante des Bogens eine geringe Aenderung.

Man wendet auch bei scheitrechten Bogen, um ein Durchdrücken derselben zu verhindern, eiserne Schienen an, die dann in einer Stärke von 26 bis 32 Millimeter und in einer Höhe von 65 bis 78 Millimeter angeordnet werden. Diese Schienen werden hochkantig auf die beiden Widerlagspfeiler gelegt und hier mit den Widerlagern des Bogens fest vermauert. Dieselben müssen auf den Widerlagspfeilern mindestens 31 Zentimeter weit aufliegen, um sie genügend befestigen und verspannen zu können. Ihre untere Kante fällt mit der unteren Laibung des scheitrechten Bogens in eine Ebene. Bei Ausführung des Bogens werden diese Schienen dicht bemauert und müssen die bezüglichen Bogensteine genau darnach ausgehauen werden, so dass die Schienen nach keiner Seite hin ausweichen können. Dass durch diese Anordnung die Tragkraft des Bogens erhöht wird, liegt klar auf der Hand, indem einmal dadurch eine Verankerung der Widerlagspfeiler hergestellt wird und ferner die eisernen Schienen in ihrer gespannten Lage eine bedeutende Tragkraft besitzen, die dem Bogen jedenfalls zu Hilfe kommt. Eine solche Verstärkung wird aber hauptsächlich erst dann notwendig, wenn die Widerlager des Bogens nicht genügende Stabilität besitzen, um den Seitendruck desselben widerstehen zu können. Tritt dieser Fall in erhöhtem Maasse ein, so genügt aber eine solche, wie die eben beschriebene Anordnung auch nicht mehr, und es ist dann eine solche Anordnung der Eisenkonstruktion erforderlich, wodurch

das darüber aufzuführende Mauerwerk genügend sicher unterstützt werde. Eine solche Eisenkonstruktion vertritt aber in diesem Falle nicht mehr die Stelle einer Verstärkung des Bogens, sondern die eines Sturzes und ist das Bogenmauerwerk hier dann nichts weiter als Blendmauerwerk, wenn man es nicht vorzieht, die Eisenkonstruktion sichtbar zu lassen. Weiter unten werden hierher bezügliche Fälle näher besprochen werden.

Soll über einem scheitrechten Bogen, dessen Widerlager im Uebrigen stark genug sind, um dem Horizontaldruck genügend widerstehen zu können, noch eine grössere Mauerlast aufgeführt werden, kommt z. B. über der Mitte desselben ein Fensterpfeiler zu stehen, so ist es jedenfalls zweckmässig, sogar notwendig, dass eine solche Anordnung getroffen werde, die verhindert, dass die Pfeilerlast direkt auf den scheitrechten Bogen wirkt. Dieses lässt sich dadurch erreichen, dass man über dem scheitrechten Bogen noch einen zweiten Bogen ausführt, der nach einem Kreisbogen von bedeutend kleinerem Radius als der des scheitrechten Bogens gebildet wird, wie dieses in nebenstehender Figur 77 näher dargestellt ist.

Figur 77.



Diesen zweiten oberen Bogen nennt man einen „Entlastungsbogen". Solche Entlastungsbogen werden aber nicht allein bei scheitrechten Bogen angewendet, sondern auch vielfach in anderen Fällen, wovon noch weiter unten besonders die Rede sein wird.

Man findet in einzelnen Lehrbüchern den Vorschlag, in besonderen Fällen den scheitrechten Bogen mit dem Entlastungsbogen durch Hängeeisen zu verbinden, oder was dasselbe ist, den scheitrechten Bogen an den Entlastungsbogen anzuhängen. Eine solche Verbindung der beiden Bogen mit einander ist aber durchaus nicht zu empfehlen; einmal wird die Ausführung dadurch sehr bedeutend erschwert, indem das eiserne Hängegewicht schon gleich bei der Aufmauerung des scheitrechten Bogens aufgestellt und dann in diesem ummauert werden muss, wodurch aber der Mauerverband des Bogens sehr oft

erheblich gestört wird, welches aber für die Festigkeit des Bogens sehr nachtheilig werden kann. Ferner aber ist es auch wieder der oberen Bogenstellung sehr hinderlich oder man müsste die Wölbscheibe für den Entlastungsbogen gleichzeitig mit dem scheitrechten Bogen aufführen, wodurch dann die Bogenstellung für den oberen Bogen entbehrlich werden würde. Allein bei der Mauerung des Entlastungsbogens würden die durchstreckenden Hängeeisen wieder sehr störend auf den Mauerverband einwirken und würden die Steine einzelner Schichten sehr bedeutend verhauen werden müssen zum grossen Nachtheil für die Festigkeit dieses Bogens. Dann würde ferner aber auch der nachtheilige Umstand entstehen, dass beim Setzen des Entlastungsbogens der scheitrechte Bogen sich gleichzeitig setzte und würde somit die Last doch immer unmittelbar auf den scheitrechten Bogen wirken und zwar so lange, bis der Entlastungsbogen sich vollständig gesetzt hätte. Wollte man auch beide Bögen ganz unabhängig von einander aufmauern und die Wölbscheibe des oberen Bogens so lange fehlen lassen, bis derselbe sich vollständig gesetzt hätte, so würde ein Nachschrauben der durchgelegten Hängeeisen doch nur immer höchst mangelhaft stattfinden können und der beabsichtigte Zweck würde demnach nicht erreicht werden.

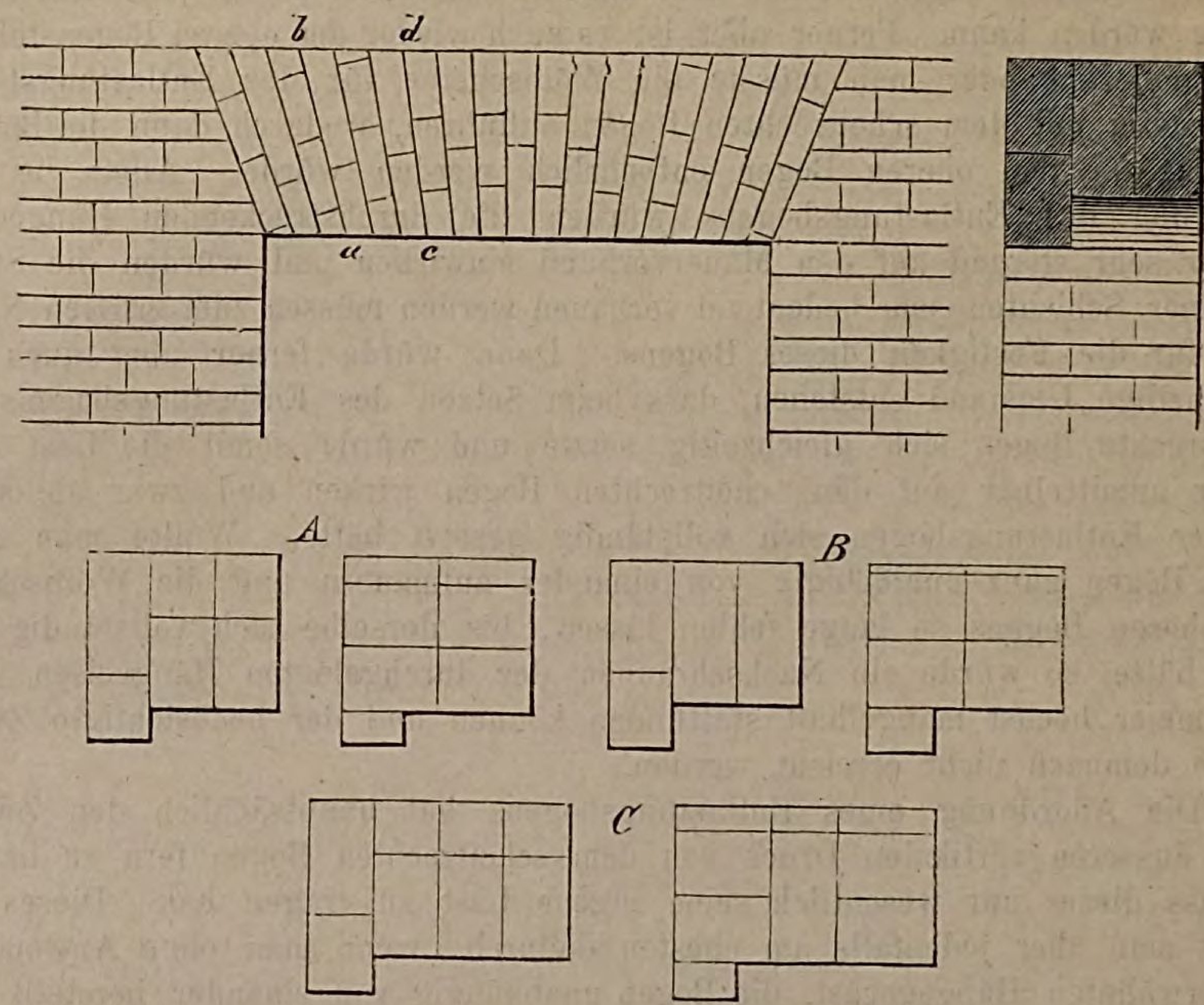
Die Anordnung eines Entlastungsbogens hat hauptsächlich den Zweck, allen äusseren vertikalen Druck von dem scheitrechten Bogen fern zu halten, so dass dieser nur wesentlich seine eigene Last zu tragen hat. Dieses erreicht man aber jedenfalls am ehesten dadurch, wenn man ohne Anwendung des erwähnten Hängegerüst, die Bogen unabhängig von einander herstellt und den Zwischenraum zwischen den beiden Bogen oder die eigentliche Wölbscheibe des Entlastungsbogens so lange offen lässt, bis der Entlastungsbogen unter der Pfeiler- oder Mauerlast sich gesetzt hat. Am vortheilhaftesten ist es, wenn man die Zumauerung dieses Zwischenraums bis zum Schluss der ganzen Arbeit aufschiebt und denselben erst dann zumauert, wenn die Mauer abgeputzt oder ausgefugt, oder überhaupt fertig hergestellt werden soll. Aber auch dann darf man diesen Zwischenraum nicht in der ganzen Stärke der Mauer ausfüllen, sondern man stellt an beiden Seiten mit den äusseren Mauerflächen bündig, dünnere Blendmauern her und lässt den inneren Raum hohl, um die Last auf dem scheitrechten Bogen möglichst geringe zu erhalten.

In der umstehenden Figur 78 ist ein Fall dargestellt, wo der Bogen an der äusseren Seite und zwar in der Stärke eines halben Steines scheitrecht, dagegen an der inneren Seite nach einem flachen Kreisbogen gewölbt ist.

Bei dieser Anordnung haben beide Bogen einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt und greifen die Steine der äusseren Wölbung so in die innere, dass zwischen beiden eine vollständige Verbindung erhalten wird und beide Wölbungen somit eine zusammenhängende Masse bilden. Dieses kann aber nur dadurch erreicht werden, dass die Schichten immer in gleicher Stärke durch den ganzen Bogen reichen.

Der flache Kreisbogen der inneren Wölbung wird bei Eintheilung der Gewölbeschichten und bei Bestimmung der Fugenrichtungen zu Grunde gelegt. Die Stossfugen der Köpfe an der äusseren Seite des scheitrechten Bogens werden nach Bogenlinien angeordnet, die mit der Wölblinie des inneren Bogens konzentrisch sind und also mit dieser auch einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt haben. Die Läufersteine in der vorderen Ansicht des scheitrechten Bogens gehen bis zu der wagerechten Kante desselben herunter. Die hierbei

Figur 78.



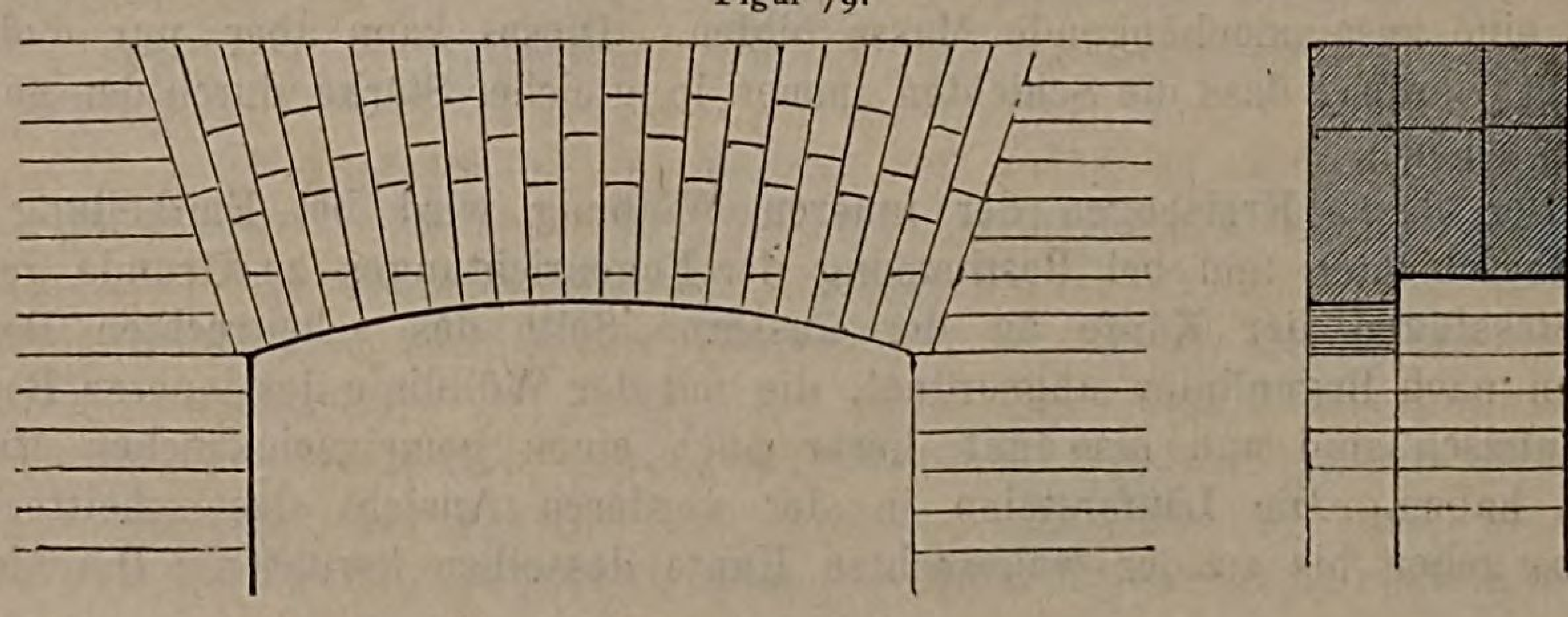
entstehenden Zwischenräume unter den Kopfschichten werden mit Quartierstücken, die nach der gehörigen Form zugerichtet sind, gleichzeitig mit ausgemauert. Die verschiedenen Stossfugen in den Kopfschichten werden hier demnach nach konzentrischen Bogenlinien angeordnet, wo dagegen diejenigen der Läufersteine mehr in eine gerade Linie treffen.

In den Figuren 78 A sind eine Läufer- und eine Streckerschicht nach der Linie c d in der Ansicht näher dargestellt. In den Figuren B sind zwei andere Schichten desselben Bogens nach der Linie a b näher dargestellt. Die Laibungsstärke des Bogens ist hier zu $1^1/_2$ Steinen angenommen.

In den Figuren C ist eine Läufer- und Streckerschicht desselben Bogens nach der Linie c d dargestellt, und zwar unter der Annahme, dass die Laibungsstärke des Bogens 2 Steine beträgt.

In der nachstehenden Figur 79 ist ein Fall dargestellt, bei welchem der innere Bogen scheitrecht, dagegen der äussere Bogen in der Stärke eines halben Steines nach einem flachen Kreisbogen gewölbt ist.

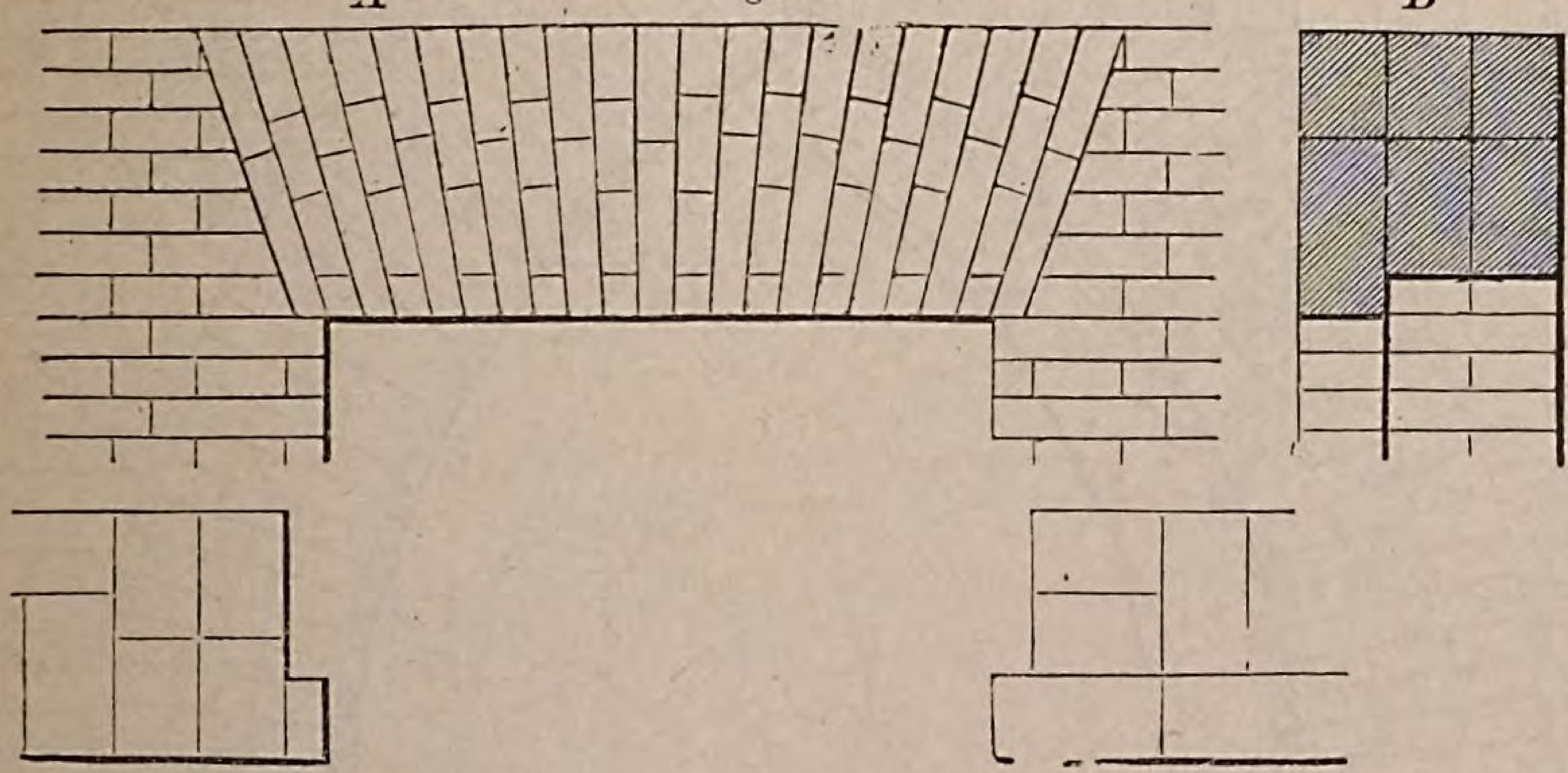
Figur 79.



Hierbei bildet auch der flache Kreisbogen des äusseren Bogens diejenige Wölblinie, nach welcher die Eintheilung der Schichten ausgeführt wird.

In den nachstehenden Figuren 80 A B ist ein solcher Fall dargestellt, bei welchen beide Bogen, sowol der innere als auch der äussere Bogen scheitrecht sind und der äussere Bogen in der Stärke eines halben Steins um ein Quartierstück vor dem inneren Bogen vortritt. Gleichzeitig erhalten aber auch die Pfeiler in der gleichen Stärke des äusseren Bogens einen solchen Vorsprung.

A Figur 80. *B*



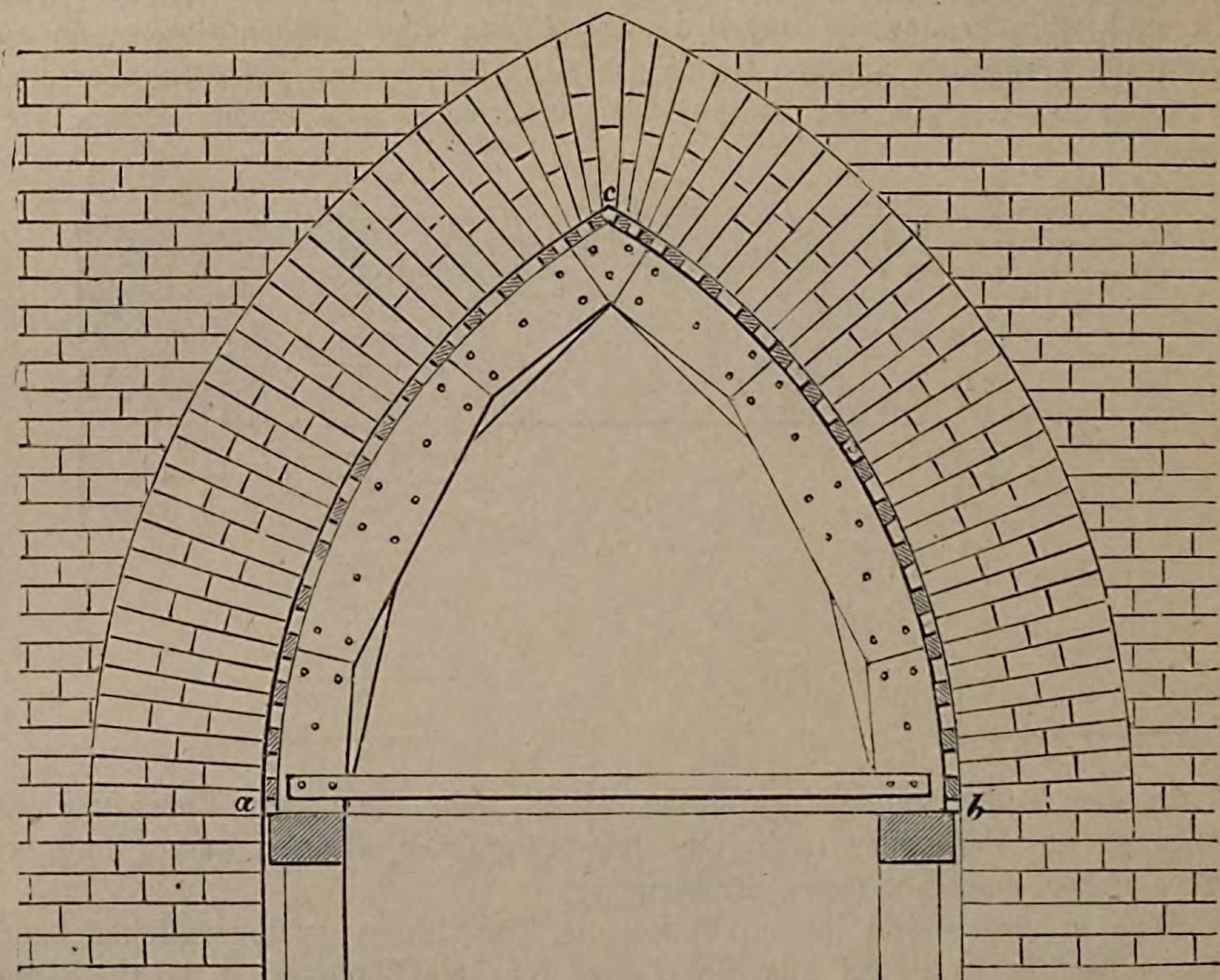
In den beiden zuletzt erwähnten Fällen geht nach dem Bisherigen die Anordnung des Verbandes leicht aus den bezüglichen Figuren hervor und bedarf es daher keiner weiteren Erklärung.

Was in diesen drei letzten Fällen die Einrichtung des bezüglichen Lehrgerüstes betrifft, so ist zu bemerken, dass für jede Wölbung in einem Bogen ein besonderes Gerüst hergestellt werden muss, welche beide Gerüste aber dann fest mit einander zu verbinden sind, damit kein Ausweichen des einen oder anderen Theils stattfinden kann. Gleichzeitig ist aber auch darauf zu achten, dass beide Gerüste so hergestellt werden, dass nach Schliessung des Bogens dieselben leicht wieder zu entfernen sind, ohne irgend welche Erschütterungen auf das Bogenmauerwerk hervorzubringen.

Das „Spitzbogengewölbe“ oder auch altdeutsche oder gothische Gewölbe genannt, hat eine Bogenform, welche aus zwei sich schneidenden Kreisbogen besteht, deren Mittelpunkte in der Kämpferlinie des Bogens liegen und zwar immer in gleicher Entfernung von der durch den Durchschnittspunkt der sich schneidenden Kreisbogen gezogenen vertikalen Mittellinie sind. Ein solcher Spitzbogen kann nun eine grössere oder geringere Höhe erhalten, je nachdem man die Mittelpunkte der beiden Kreisbogen von der erwähnten Mittellinie entfernter oder näher annimmt. Je näher man die Mittelpunkte der beiden Kreisbogen der Mittellinie rückt, desto mehr nähert sich der Spitzbogen dem Halbkreise. Man kann übrigens dem Spitzbogen auch ein gedrücktes Ansehen geben, sodass seine Höhe noch unter der des Halbkreises bleibt, indem man die beiden Seitenbogen jedesmal aus zwei verschiedenen Mittelpunkten verzeichnet, von welchen der eine zum unteren Bogenschenkel gehörige Mittelpunkt dann in der Kämpferlinie selbst und der zweite zum oberen Theil des Bogens gehörige Mittelpunkt unterhalb der Kämpferlinie liegt. Dieser zweite Mittelpunkt fällt dann jedesmal in Bezug auf den zugehörigen Seitenbogen gleichzeitig auch ausserhalb der Mittellinie.

In nachstehender Figur 81 ist ein Spitzbogen dargestellt, dessen Bogenradius gleich seiner Weite angenommen ist.

Figur 81.



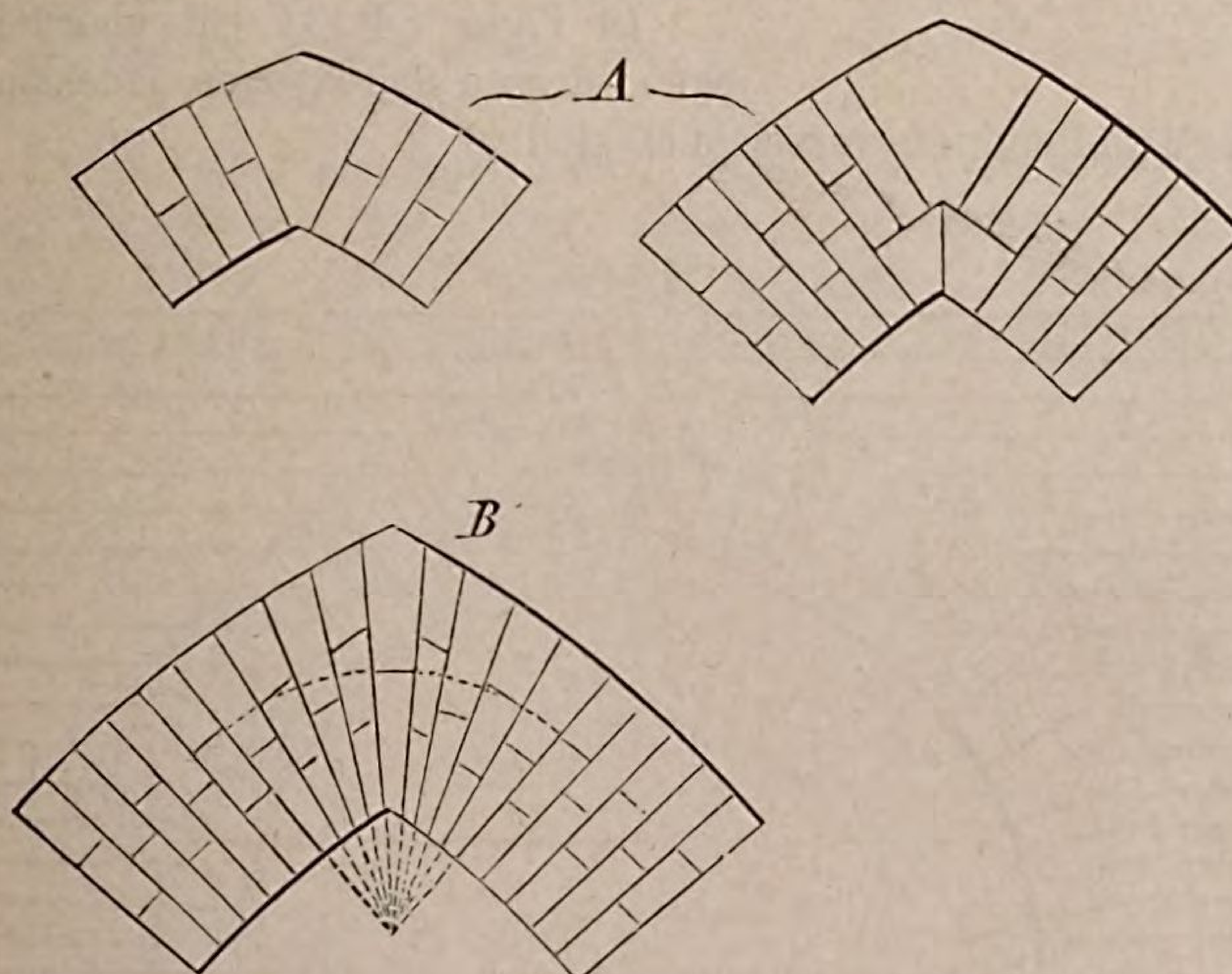
Um einen solchen Bogen zu verzeichnen, nimmt man die Weite desselben a b auf den Zirkel, beschreibt damit aus a den Kreisbogen b c und aus b den Kreisbogen a c, welche beide Bogen sich in c schneiden.

Es ist übrigens keiner Schwierigkeit unterworfen, wenn die Weite und Höhe eines Spitzbogen gegeben ist, den Spitzbogen zu verzeichnen. — Man halbirt nämlich die gegebene Weite und errichtet in dem Halbirungspunkte eine Normale, auf welcher die gegebene Höhe abgetragen wird. Von dem Endpunkte dieser Normale, welcher durch die gegebene Höhe bestimmt ist, zieht man nach den beiden Endpunkten der Grundlinie gerade Linien, wodurch man dann ein gleichschenkliches Dreieck erhält. Halbirt man nun die gleichen Seiten dieses Dreiecks und errichtet in diesen Halbirungspunkte Normalen auf die bezüglichen Seiten und verlängert diese bis zum Durchschnittspunkt mit der Grund- oder Kämpferlinie, so sind diese Durchschnittspunkte die Mittelpunkte zu den bezüglichen Kreisbogen. Eine Zeichnung ist hierzu nicht weiter erforderlich.

Was nun die Aufmauerung eines Spitzbogens betrifft, so ist diese keiner grösseren Schwierigkeit unterworfen als die anderer Bogen. Die Richtungen der Fugen müssen verlängert, ebenfalls sämmtlich in den zugehörigen Mittelpunkt zusammentreffen. Nur beim Schluss des Bogens lässt sich diese Regel nicht einhalten, weil beide Bogenschenkel am Schluss sich nach vertikaler Richtung schneiden. Man hat daher den Schluss des Bogens verschiedentlich anders hergestellt. Entweder man hat den Schlussstein aus besonders ge-

formten Steinen bestehen lassen, wie dieses in beistehender Figur 82 A dargestellt ist, oder man hat in der Nähe des Schlusses des Bogens die Richtungen der Fugen geändert, indem man für dieselben in der Nähe des Scheitels auf der Mittellinie des Bogens einen Mittelpunkt angenommen hat, welcher dann als Zentralpunkt für die Gewölbefugen in der Nähe des Scheitels und des Scheitels selbst dienten, wie dieses in Figur 82 B näher dargestellt ist.

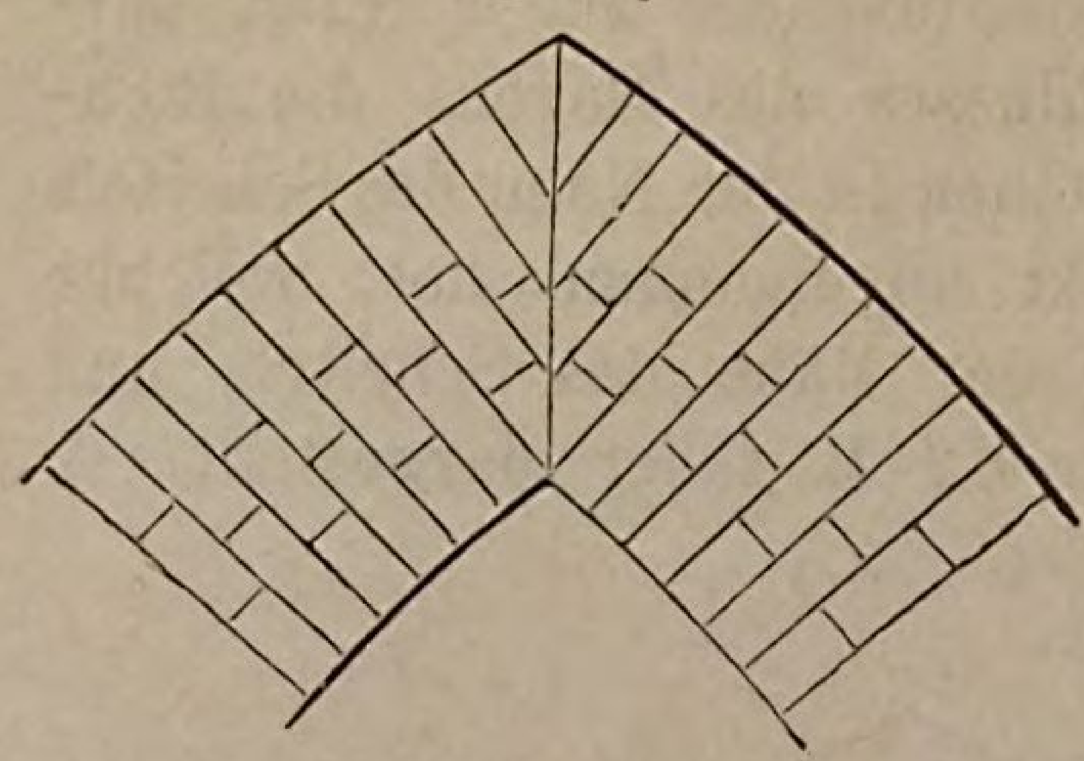
Figur 82.



Dieser Zentralpunkt für die Fugen des Schlusses ist aber keineswegs willkürlich anzunehmen, sondern er muss stets in einem Durchschnittspunkt der verlängerten Richtungen zweier gleichliegender Fugen der beiden im Scheitelpunkte zusammentreffenden Bogen liegen, und von welchen Fugen an dann auch die Richtungen der Scheitelfugen sich ändern. Um aber bei dieser Anordnung an der äusseren Laibung des Bogens keine zu starken Fugen zu erhalten, beschreibt man aus dem festgesetzten Zentralpunkt einen Theilungsbogen, welcher in seinen Anfangspunkten um eine halbe Steinlänge von der äusseren Laibung ab nach Innen tritt, und nimmt auf diesen Theilungsbogen die vorhandene Steindicke mit Zurechnung einer Lagerfuge als Theilungseinheit an.

Bei dieser Anordnung müssen jedoch die einzelnen Wölbschichten immer sehr stark verhauen werden und wird dieses um so mehr notwendig, je höher die Bogenschenkel gemauert werden. Dieses ist leicht schon aus der Vergleichung der Figur 82 B mit der vorhergehenden zu erkennen, wo bei der Figur B die Bogenhöhe zu zwei Steinen angenommen ist, dagegen in der vorigen Figur nur zu $1^{1}/_{2}$ Steinen angenommen war. Um in solchen Fällen das starke Verhauen der Steine zu vermeiden, welches Verhauen der Festigkeit des Bogens keineswegs zuträglich ist, hat man entweder besonders geformte Ziegelsteine angewendet, welches aber auch wieder mit Schwierigkeiten verbunden ist, insofern, dass man die genaue Form dieser Ziegel nicht wol vorher bestimmen kann, oder man hat den Schlussstein aus einem einzigen Werkstücke ausgehauen, welches letztere jedenfalls den Vorzug vor allen anderen verdient.

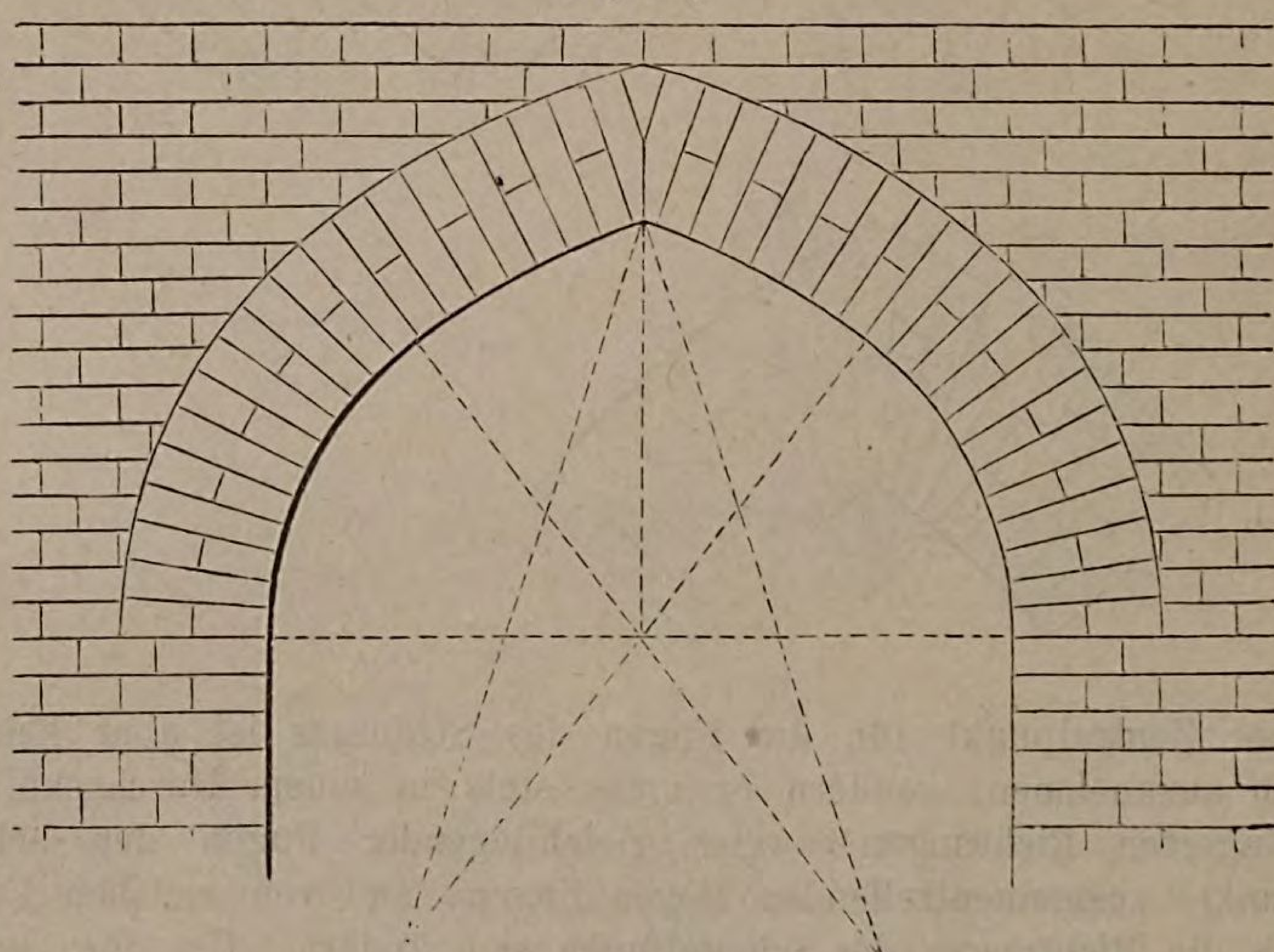
Figur 83.



Man findet aber auch mehrfach sowol bei älteren als auch bei neueren Mauern den Schluss solcher Spitzbogen ausgeführt, wie in beistehender Figur 83 dargestellt ist, wo dann keine besonders geformten Steine weiter erforderlich waren, sondern nur die gewöhnlichen Ziegelsteine verwendet wurden.

In Figur 84 ist ein gedrückter Spitzbogen, dessen Seitenbogen jedesmal aus zwei verschiedenen Mittelpunkten verzeichnet sind.

Figur 84.



Die Verzeichnung der Seitenbogen, wovon schon oben die Rede war, ist ganz ähnlich, wie oben bei den Korbbogen angegeben ist, und müssen auch hier die beiden Bogen, wo sie zusammentreffen, eine gemeinschaftliche Tangente haben, also ihre Mittelpunkte jedesmal in der Verlängerung eines gemeinschaftlichen Halbmessers liegen. Einer weiteren Erklärung der Figur 84 bedarf es nach dem Bisherigen nicht.

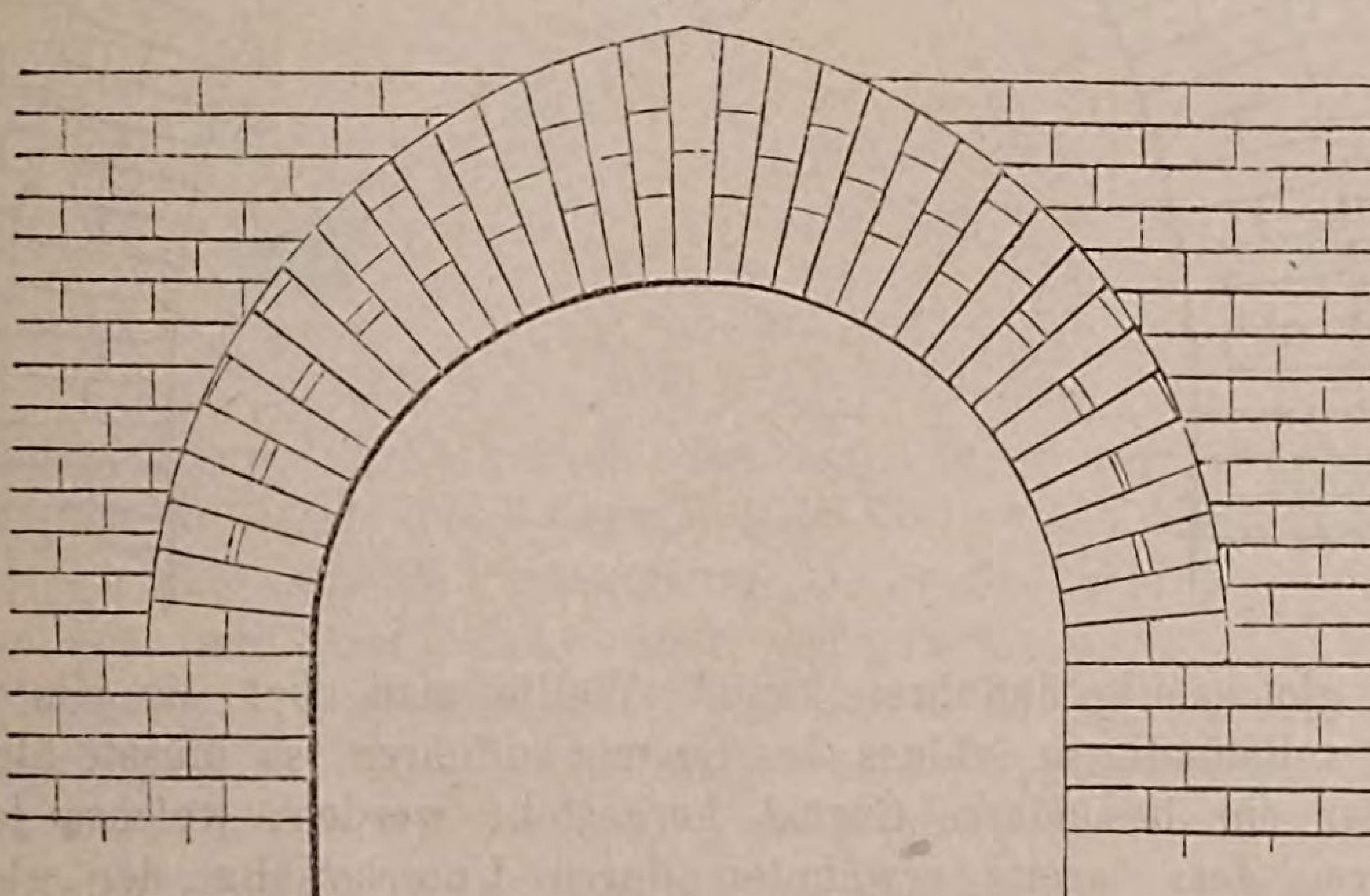
Was nun, abgesehen von dem Schluss der Spitzbogen, sowol der überhöhten als der gedrückten Spitzbogen, die Eintheilung der Fugen betrifft, so gilt das darüber oben Angeführte auch hier und wird der Theilungsbogen für die Fugen immer eine halbe Steinlänge von der äusseren Laibung entfernt, angenommen und von den hierdurch erhaltenen Theilungspunkten nach dem zugehörigen Mittelpunkte Radien gezogen, durch welche die Richtungen der Fugen bestimmt werden.

Die zu der Aufmauerung der Spitzbogen erforderlichen Lehrgerüste müssen ebenfalls in der Art hergestellt werden, dass sie nach dem Schluss des Bogens leicht wieder zu entfernen sind, und gilt daher das oben darüber Angeführte auch hier.

Bei Aufmauerung der überhöhten Spitzbogen ist es sehr zweckmässig, wenn man die Bogenschenkel, nachdem sie etwa bis zur halben Höhe aufgeführt sind, hintermauert. Wollte man den Bogen erst vollständig schliessen und dann hintermauern, so würde man bei einer grösseren Höhe der Bogenschenkel sehr leicht ein Ausweichen derselben zu befürchten haben. Man kann aber ohne allen Nachtheil für das Lehrgerüst und jedenfalls eher zum Vortheil für dasselbe die Bogenschenkel vor Schluss des Bogens bis zur halben Höhe hintermauern, und ist man dann auch dagegen ganz gesichert, dass durch Eintreiben des Schlusssteins die Bogenschenkel auseinander getrieben werden können.

Man findet den Spitzbogen auch angewendet bei Halbkreisbogen und zwar in der Weise, dass die äussere Laibung des Bogens nach einem Spitzbogen gebildet wird, wodurch demnach im Scheitel desselben wesentlich an Stärke gewonnen wird. In Figur 85 ist ein solcher Fall näher dargestellt.

Figur 85.



Die Fugenrichtungen treffen hier bei ihrer Verbindung sämmtlich im Mittelpunkt des Halbkreisbogens der inneren Laibung zusammen und ist hier hauptsächlich nur der gehörige Verband in den einzelnen Wölbschichten zu berücksichtigen.

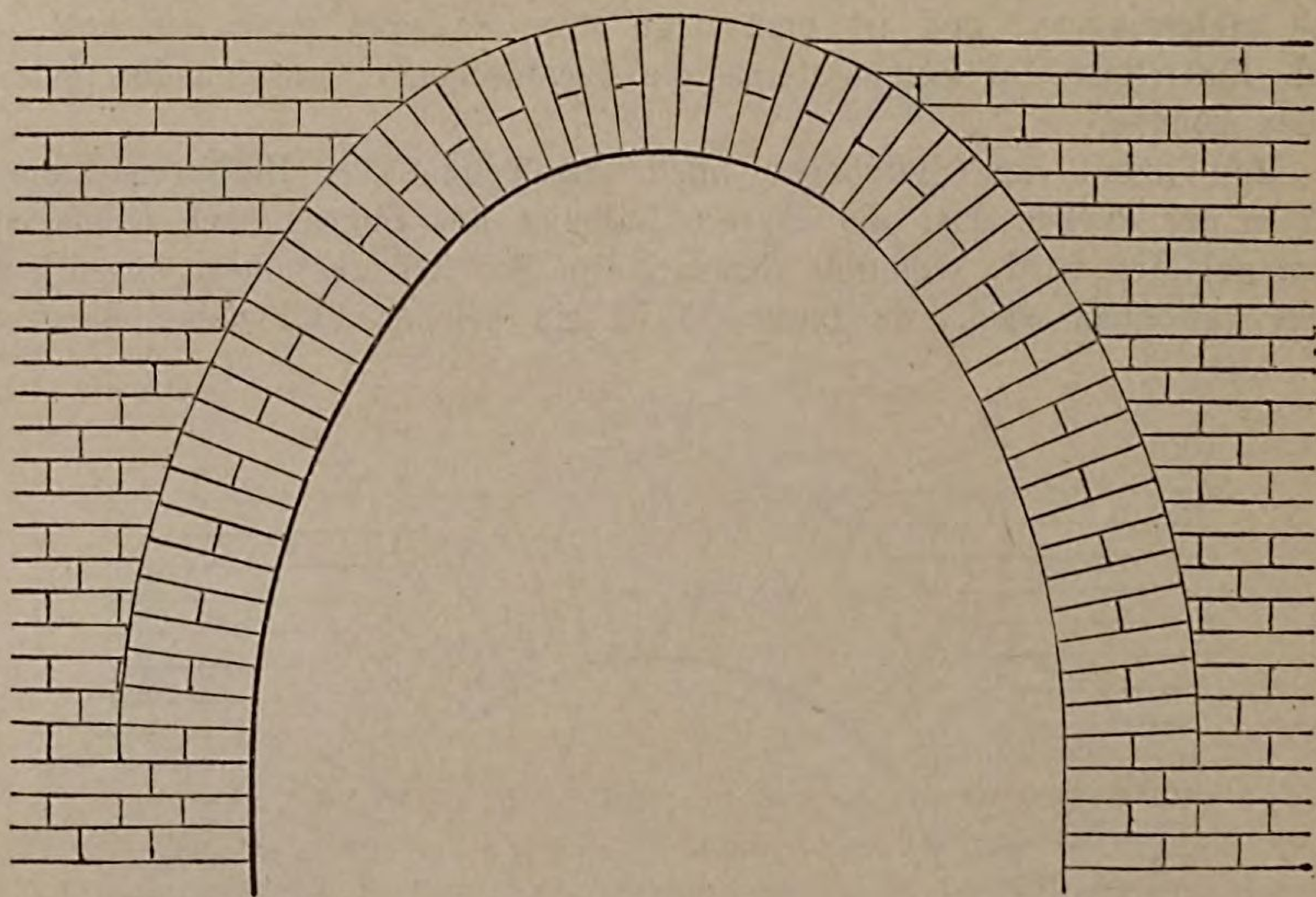
Zunächst hier anschliessend sind die überhöhten Bogen, deren Bogenlinie aus einer stetig fortlaufenden Kurve besteht, deren Pfeilhöhe immer grösser ist, als die halbe Spannweite.

In Figur 86 ist die Konstruktion eines solchen überhöhten Bogens dargestellt.

Nach dem Bisherigen ist hier wenig zu bemerken und erklärt sich die Anordnung aus der Figur leicht. Nur soll hier noch angeführt werden, dass bei solchen überhöhten Bogen es nicht allein zweckmässig, sondern sogar notwendig ist, dass bei Aufmauerung des Bogens die Hintermauerung der Bogenschenkel bis zu dem Höhepunkt, wo die beiden unteren Seitenbogen mit dem kleineren Schlussbogen zusammen treffen, also gemeinschaftliche Tangenten haben, gleichzeitig mit aufzuführen, weil sonst bei der grösseren Höhe dieser Bogenschenkel dieselben sehr leicht wieder ausweichen können, und zwar schon vor Einsetzen des Schlusses.

Diese Hintermauerungen können übrigens auch ohne jeglichen Nachtheil für das Lehrgerüst bis zu dem angegebenen Höhenpunkte aufgeführt werden, und erlangt man dann gleichzeitig noch den sehr erheblichen Vortheil, dass man nicht doppelte Arbeitsgerüste herzustellen nötig hat, sondern von einem und demselben Gerüste aus sowol das Bogenmauerwerk als auch die Hinter-

Figur 86.



mauerung gleichzeitig aufführen kann. Wollte man aber die Hintermauerung erst nach vollständigem Schluss des Bogens aufführen, so müsste hierzu jedenfalls wieder ein besonderes Gerüst hergestellt werden, welches jedoch, abgesehen von dem bereits erwähnten durch Unterlassung der gleichzeitigen Hintermauerung leicht entstehenden Nachtheil für das Bogenmauerwerk selbst, immer Kostenaufwand an Arbeitslohn verursachen würde.

Um das Lehrgerüst nach vollständigem Schluss des Bogens leicht wieder beseitigen zu können, wird auch hier eine Unterkeilung der Lehrbogen angeordnet.

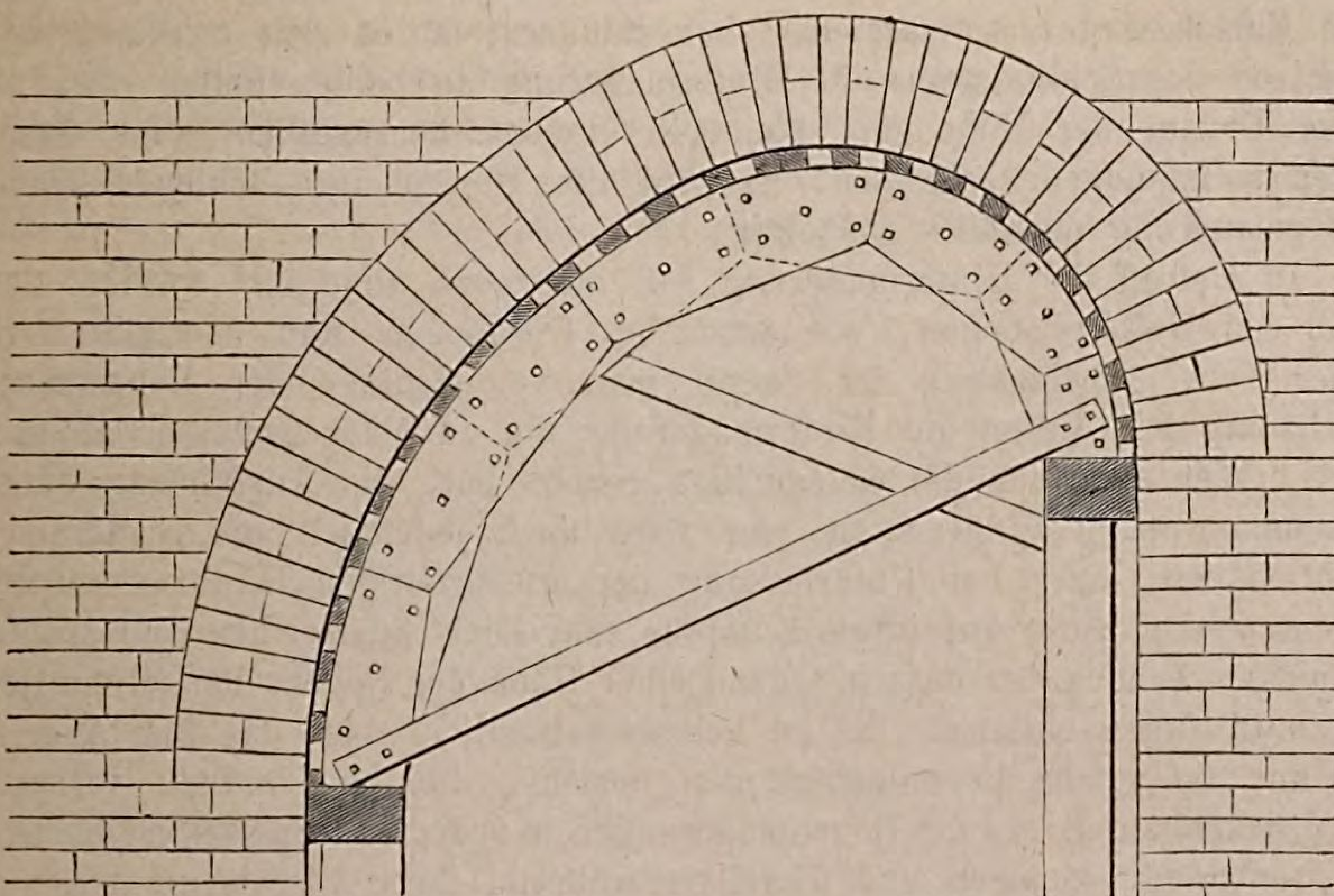
In der nachstehenden Figur 87 ist die Konstruktion eines steigenden Bogens dargestellt.

Die steigenden Bogen finden vielfache Anwendung bei massiven (steinernen) Treppen; ausserdem werden sie aber auch nicht selten als Strebebogen, sowol bei Hochbauten über der Erde, als auch bei Grundbauten angewendet, in welchem letzteren Falle dieselben jedenfalls bedeutend stärker ausgeführt werden müssen, als wenn man sie bei Treppenanlagen in Anwendung bringt. In Figur 87 ist nun ein ganz allgemeiner Fall dargestellt, um die Anordnung eines solchen Bogens näher anzuzeigen.

Die Anfänge der beiden Bogenschenkel des steigenden Bogens liegen nicht in einer wagerechten Linie, sondern es bildet die gerade Verbindungslinie der beiden Kämpfer eine steigende Linie. Ein solcher steigender Bogen wird, wie dieses in verschiedenen Beispielen näher angegeben ist, aus zwei oder auch aus drei Mittelpunkten verzeichnet und müssen daher die Zentral-

fugen der auf die einzelnen Bogenlinien des steigenden Bogens treffenden Gewölbeschichten stets in den zugehörigen Mittelpunkten bei ihrer Verlängerung zusammentreffen.

Figur 87.



Um dieses letztere zu erreichen, hat man daher vor Aufführung eines solchen steigenden Bogens eine genaue Eintheilung der sämmtlichen Wölbschichten, sowie eine genaue Verzeichnung der Zentralfugen vorzunehmen und zwar in der Art, wie bereits oben näher angegeben wurde. Da ferner aber die beiden Kämpfer in verschiedenen Höhen liegen, so ist auch dieser Höhenunterschied nicht unberücksichtigt zu lassen und es müssen die wagerechten Pfeilerschichten so eingetheilt werden, dass nicht allein die in verschiedenen Höhen liegenden Bogenfänge sich regelrecht anschliessen, sondern auch die Schichten gleichliegend mit denen der äusseren Hintermauerung des tiefer liegenden Bogenschenkels werden, damit beim späteren Höherführen der Mauer nicht ein Verhauen der einzelnen Schichten notwendig wird, um eine regelmässige wagerecht durchlaufende Verbindung der bis dahin getrennt aufgeführten Hintermauerungen zu erhalten.

Das hierzu erforderliche Lehrgerüst muss sehr fest und solide hergestellt und abgestützt werden, damit dasselbe nicht durch den sehr ungleichen Druck der Bogenmauerung während der Ausführung derselben aus seiner Stellung gedrängt werde. Ebenso darf man auch hier eine Unterkeilung des Lehrgerüstes in keinem Falle unterlassen, weil sonst die bei Wegnahme desselben sehr leicht entstehenden Erschütterungen nur im Höchsten nachtheilig auf die Bogenmauerung wirken würden.

Was die Ausführung eines solchen steigenden Bogens betrifft, so fängt man bei dem tiefer liegenden Anfangspunkt des Bogens an und führt diesen Bogenschenkel bis zur Höhe des höher liegenden Kämpfers auf. Gleichzeitig wird aber auch die Hintermauerung dieses Bogenschenkels bis dahin aufgeführt, damit bei fortgesetzter Aufmauerung des Bogens derselbe nicht durch das fortwährend grösser werdende Gewicht des oberen Bogentheils aus seiner Lage gedrängt werden kann. Sobald nun die Bogenmauerung und die Hinter-

mauerung des tiefer liegenden Bogenschenkels bis zu der Höhe des gegenüber liegenden Kämpfers aufgeführt ist, wird auch dieser höher liegende Bogenschenkel angefangen und nunmehr an beiden Bogenschenkeln gleichmässig bis zum Schlusse fortgearbeitet. Um ein Ausweichen des kleineren Bogenschenkels beim Einsetzen des Schlusssteins zu verhindern, ist es sehr zweckmässig, vor Einsetzen des Schlusssteins die Hintermauerung an beiden Seiten etwa bis zu einem Drittel der Höhe des kleineren Bogens herzustellen. Ist dann der Bogen vollständig geschlossen, so wird der übrige noch fehlende Theil der Hintermauerung ebenfalls ausgeführt.

In Betreff der Hintermauerung soll hier noch angeführt werden, dass es sowol bei Halbkreisbogen, wie auch bei Korbbogen und überhöhten Bogen immer sehr zweckmässig ist, wenn man vor Schluss der Bogenmauerung gleichzeitig mit dieser die Hintermauerung bis zu einer gewissen Höhe aufführt. Wer mehrfach die Gelegenheit gehabt hat, die Ausführung ähnlicher Bogenmauerungen zu beachten, der wird auch jedenfalls die Erfahrung gemacht haben, dass bei Unterlassung der gleichzeitigen Hintermauerung der Bogenschenkel diese auf ihrem Kämpfer sehr leicht ausweichen oder doch sonst einknicken können, so dass in irgend einer Höhe der Bogenschenkel ein Oeffnen der Zentralfugen entsteht. Es ist selbstverständlich, dass das hier Angeführte sich nur auf solche Bogenmauerungen bezieht, die im Landbau vorkommen. Bei Brückenbauten, wo die Bogenmauerungen in bedeutend grösseren Dimensionen zur Anwendung kommen und dieselben während ihrer Ausführung schon einen sehr bedeutenden Druck durch ihr Gewicht auf die Gerüste ausüben, wodurch sehr leicht ein Verschieben derselben hervorgebracht werden kann, darf die Hintermauerung in der Weise, wie hier angegeben wurde, nicht ausgeführt werden, weil dann durch die noch vergrösserte Last nicht nur das Gerüst, sondern auch die Bogenmauerung selbst im höchsten Grade leiden würden.

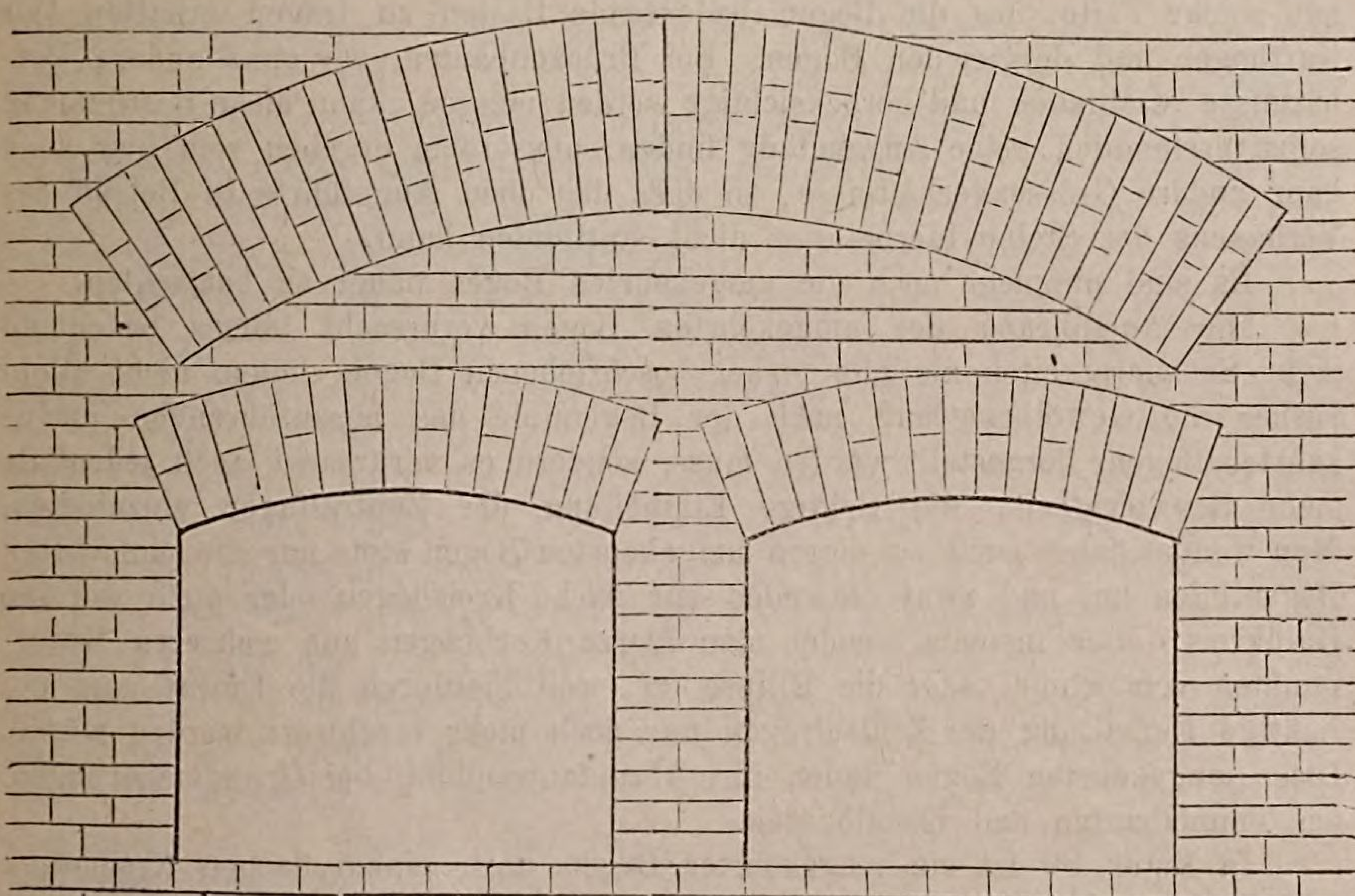
In nachstehender Figur 88 ist die Anordnung eines Entlastungsbogens über zwei neben einander liegenden Fenster- oder Thüröffnungen dargestellt, wie man ihn sehr häufig angewendet findet.

In solchem Falle, wie der vorgezeichnete, hat der Entlastungsbogen nur dann einen richtigen Zweck, wenn der mittlere Pfeiler zu schwach ist, die darüber weiter aufzuführende Mauerlast mit voller Sicherheit tragen zu können. Bei Untersuchung dieses Falls nimmt man weniger Rücksicht auf die rückwirkende Festigkeit des Materials, weil diese in den meisten Fällen sich als genügend erweisen würde, sondern es ist hauptsächlich die Stabilität des Pfeilers gegen Einknicken zu berücksichtigen, und zwar dieses um so mehr, weil der Pfeiler aus vielen Steinen zusammengesetzt ist, die nur durch den zwischen gegebenen Mörtel mit einander verbunden werden. Müsste auch die rückwirkende Festigkeit des Materials noch besonders in Betracht gezogen werden, und wäre dieselbe so geringe, dass der Pfeiler möglicher Weise unter der Last zerdrückt werden könnte, so würde bei Anwendung desselben Materials zu dem Entlastungsbogen durch die Anordnung dieses Bogens ebenfalls keinerlei Sicherheit gegen Zerdrücken erhalten werden. Im Uebrigen hat man bei Anwendung gut gebrannter Ziegelsteine auf die rückwirkende Festigkeit derselben keine weitere Rücksicht zu nehmen, weil diese im Allgemeinen sich stets als genügend ergibt, und kann man die Sicherheit noch vergrössern dadurch, dass man das Bogenmauerwerk des Entlastungsbogens höher macht.

Bei Anordnung eines Entlastungsbogens, wie in dem vorliegenden Falle angegeben, wird der Zwischenraum zwischen den beiden unteren Bogen und

dem Entlastungsbogen meistens gleich vollgemauert und zwar wird dann diese Ausmauerung vor Ausführung des Entlastungsbogens als Wölbscheibe hergestellt, und wartet man selten damit bis zum Schluss der Arbeit, wie dieses oben bei Erwähnung des Entlastungsbogens über einem scheitrechten Bogen als Vorschrift angegeben wurde. Es ist aber auch im vorliegenden Falle unter allen Umständen vortheilhafter, die Ausmauerung zwischen den Bogen erst später auszuführen und den Entlastungsbogen über einem Lehrgerüste herzustellen. Im Falle der sofortigen Ausmauerung der Wölbscheibe darf man aber keineswegs unterlassen, vorher eine richtige Eintheilung der Zentralfugen

Figur 88.



des Entlastungsbogens vorzunehmen und müssen diese Fugen auch hier möglichst gleichmässig angeordnet werden, weil sonst der durch diese Ausführung beabsichtigte Zweck nur zum geringsten Theil erreicht werden würde.

Man findet nicht selten flache gedrückte Bogen ausgeführt, bei denen das Verhältniss der Pfeilerhöhe zur Spannweite kaum 1 : 4 ist. Erhält aber ein gedrückter Bogen eine solche geringe Pfeilhöhe, so ist es in den meisten Fällen unbedingt vorzuziehen, statt des gedrückten Bogens einen flachen Kreisbogen anzuwenden, indem ein solcher Bogen nicht allein weit leichter auszuführen ist, sondern auch hinsichtlich seiner Tragfähigkeit unbedingt den Vorzug vor jenem verdient. Bei den flachen gedrückten Bogen werden, wenn die Bogen aus Ziegelsteinen hergestellt werden, die Wölbsteine an den Schenkeln des Bogens und zwar nach der inneren Bogenkante hin zu sehr dünne verhauen und können dieselben daher nicht in dem genügenden Maasse Widerstand leisten, und zwar ist dieses um so mehr zu befürchten, da das Verhauen der Steine in den wenigsten Fällen mit der gehörigen Sorgfalt und Akkuratesse geschieht und beim Vermauern dann die Unebenheiten nur mit Mörtel ausgefüllt werden können. In diesem Falle sind es dann meistens nur die ein-

zelnen vorragenden Stellen der verhauenen Steine, welche den Druck des Bogens aufnehmen, wobei aber dann diese Steine um so leichter zerdrückt werden können.

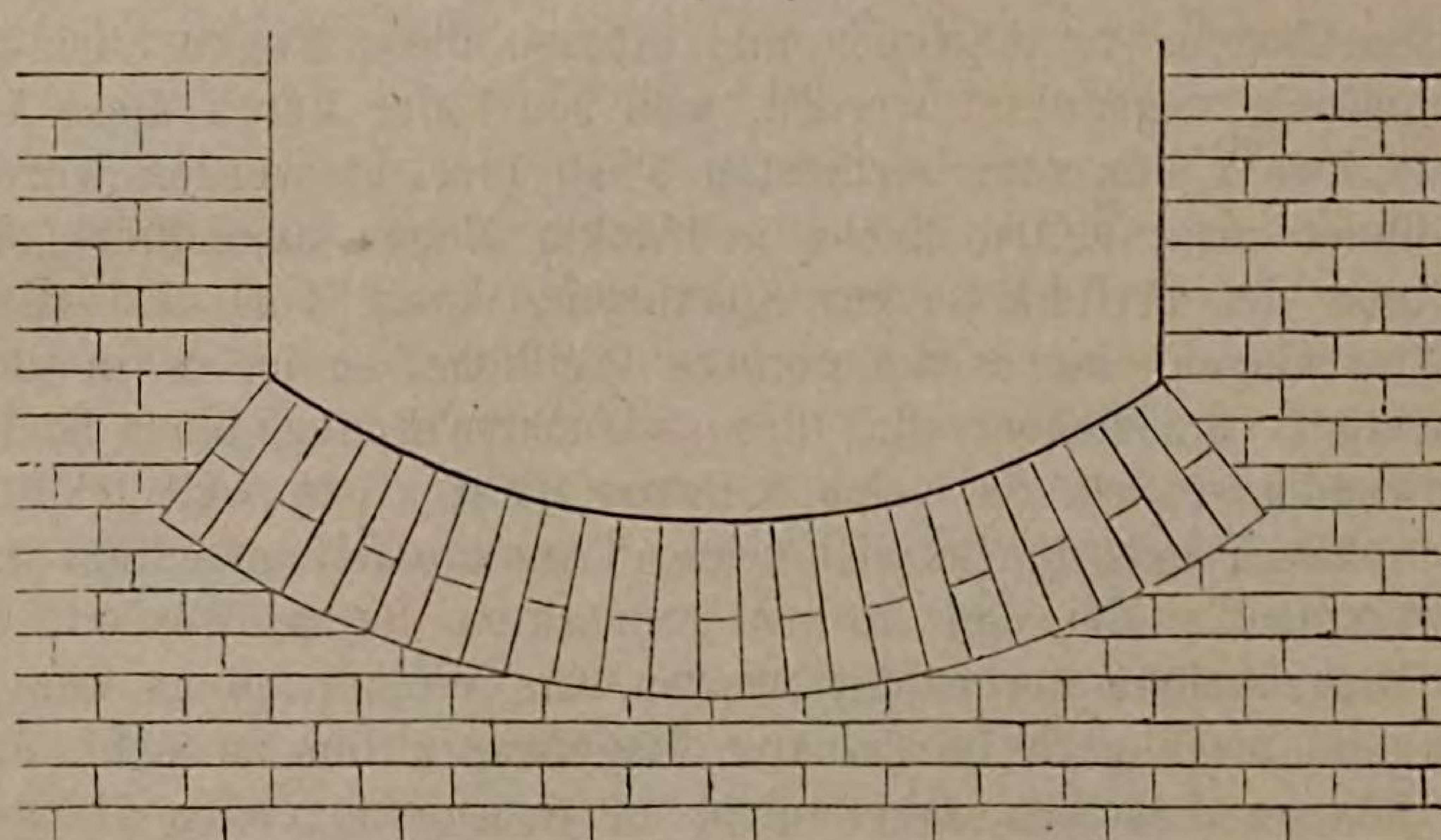
Es können nun zwar manche Fälle gedacht werden, wo gedrückte Bogen angewendet werden müssen, in diesen Fällen sollte man aber das Verhältniss der Pfeilhöhe des Bogens zu seiner Spannweite wie 1 : 3 möglichst einzuhalten suchen, und in denjenigen Fällen, wo die hieraus sich ergebende Höhe des Bogens noch zu gross ausfiele, wo also der Bogen noch flacher werden müsste, sollte man, wenn nicht besondere Umstände die Anwendung gedrückter Bogen bedingen, sich nur der flachen Kreisbogen bedienen. Diese Bestimmung bezieht sich jedoch nur auf die beim Landbau vorkommenden Fälle und zwar auf solche Fälle, wo die Bogen bedeutende Lasten zu tragen erhalten, als Gurtbogen und dergleichen Bogen. Bei Brückenbauten, wo ganz andere Verhältnisse stattfinden und berücksichtigt werden müssen, kann diese Bestimmung selbstverständlich keine Anwendung finden; ausserdem ergeben sich hier auch ganz andere Grössenverhältnisse, so dass das oben Angeführte in Betreff des Verhauens der Steine hierbei gar nicht stattfinden kann.

Es sind nunmehr noch die umgekehrten Bogen näher zu betrachten.

Die Ausführung der umgekehrten Bogen verursacht immer bedeutend mehr Schwierigkeiten als alle bisher beschriebenen Bogen, indem nicht allein vorher die Gewölbebettung nach der Bogenlinie des auszuführenden umgekehrten Bogens hergestellt werden muss, sondern es verursacht auch jedenfalls mehr Schwierigkeit, die richtige Eintheilung der Zentralfugen einzuhalten. Man wendet daher auch zu diesen umgekehrten Bogen stets nur die einfachsten Bogenlinien an, und zwar entweder sehr flache Kreisbogen oder auch wol den Halbkreis; aber niemals wendet man hierzu Korbbogen aus mehreren Mittelpunkten verzeichnet, oder die Ellipse an, weil hierdurch die Eintheilung und richtige Einhaltung der Zentralfugen nur noch mehr erschwert werden würde. Diese umgekehrten Bogen finden ihre Hauptanwendung bei Grundmauerungen, bei Tunnelbauten und Kanalbauten.

In Figur 89 ist ein umgekehrter Bogen nach einem flachen Kreisbogen ausgeführt, näher dargestellt.

Figur 89.



Um einen solchen Bogen zu mauern, muss zunächst die Bettung oder die Untermauerung nach einer der äusseren Laibung des Bogens entsprechenden Bogenlehre aufgemauert werden. Ist diese Untermauerung ganz hergestellt,

so fängt man die Bogenmauerung in der Mitte an und zwar bei demjenigen Stein, welcher bei einem vertikal stehenden Bogen den Schlussstein bildet. Von hieraus mauert man an beiden Seiten des Steins gegen und zwar gleichmässig, wobei jedoch auf den richtigen Verband und Fugenschnitt und auf die richtige Ausführung der inneren Laibung (oder hier der oberen Laibung) des Bogens genau zu achten ist.

Um sich diese Arbeit zu erleichtern, ist es jedenfalls am geeignetsten, wenn man an der einen Seite der Mauer einen vollständigen Lehrbogen, jedoch umgekehrt und mit genauer Verzeichnung der inneren Bogenlinie in der vorgeschriebenen Lage aufstellt und auf diesem Lehrbogen gleichzeitig die sämmtlichen Zentralfugen durch Linien genau bezeichnet, welche Linien dann bei Ausführung des Bogens immer die Richtung der Fugen angeben. Die Ausführung muss, wie auch schon erwähnt, von der Mitte aus an beiden Schenkeln gleichmässig bis zur Kämpferlinie des umgekehrten Bogens fortgesetzt werden, wo dann das weiter aufzuführende Pfeilermauerwerk mit der Untermauerung in richtigen Verband gesetzt wird und ausserdem aber auch gegen die Seitenflächen der Bogenanfänge (Bogenschenkel) genau und möglichst scharf, jedoch mit vollen Mörtelfugen angemauert werden muss, damit dasselbe einen gleichen Zweck erfülle als bei einem vertikal stehenden Bogen die Widerlager. Der umgekehrte Bogen soll hier ebenfalls Widerstand leisten, jedoch in umgekehrter Art, so dass hier die Widerlager den Druck ausüben auf den Bogen, wo dagegen im anderen Falle der Bogen gegen die Widerlager drückt. Es geht hieraus nun leicht hervor, dass die umgekehrten Bogen, wo sie in Grundmauerungen angewendet werden, zunächst und hauptsächlich den Zweck haben, bei einer mehr oder weniger erheblichen Ersparung an Material, den Druck einzelner Punkte auf eine grössere Grundfläche zu vertheilen. Bei Anwendung als Gewölbe (umgekehrte Gewölbe), wo sie eine grössere Grundfläche bedecken, dienen sie aber hauptsächlich nur dazu, um den Erd- oder Wasserdruck von unten her entgegen zu wirken. In beiden Fällen erfordert aber der beabsichtigte Zweck eine durchaus genaue und sorgfältige Ausführung der umgekehrten Bogen oder Gewölbe.

Wendet man diese umgekehrten Gewölbe bei Kanalleitungen an, welches übrigens sehr häufig stattfindet, so macht man dieselben selten höher als eine halbe Steinlänge. In diesem Falle dient dann das umgekehrte Gewölbe gleichzeitig als Kanalsohle.

Man führt auch die umgekehrten Bogen oder Gewölbe nach einem Halbkreise aus. Ein solcher nach einem Halbkreise ausgeführter Bogen, welcher dann selbstverständlich auch in grösserer Stärke als eben vorher angegeben wurde, gemauert werden muss, findet als Grundbogen, durch welchen man eine Vertheilung des Drucks auf eine grössere Grundfläche und gleichzeitig dann auch eine Ersparung an Material erzielen will, seltener Anwendung, indem derselbe einmal, anstatt eine Ersparung an Material zu erzielen, eher einen grösseren Materialaufwand verhältnissmässig erfordert, indem die zur Herstellung der Bettung des umgekehrten Bogens zu vermauernden Steine an der Kante der Bettung zu erheblich verhauen werden müssen; ferner aber veranlasst seine Ausführung als Grundbogen jedenfalls auch grössere Schwierigkeiten, als wenn derselbe nach einem flachen Kreisbogen ausgeführt wird. Endlich ist nicht ausser Acht zu lassen, dass diese halbkreisförmigen Grundbogen nur bei sehr tief liegenden Fundamentmauern Anwendung finden können.

Im Uebrigen ist die Ausführung dieser Grundbogen ganz in gleicher Weise, wie oben angegeben.

Sehr häufige Anwendung findet dagegen das nach einem Halbkreise ausgeführte umgekehrte Gewölbe bei Herstellung von Strassenkanälen, wo dasselbe dann durch ein aufrechtstehendes Halbkreisgewölbe wieder bedeckt wird.

Vielfach findet man auch, dass solche kreisrunde Oeffnungen in Mauern oberhalb der Erde hergestellt werden. In solchem Falle hat aber der umgekehrte Bogen nicht mehr den Zweck einer Vertheilung des Drucks oder der Entgegenwirkung eines Drucks von unten, sondern der Zweck des umgekehrten Bogens ist dann nur das untere Mauerwerk gehörig abzuschliessen, welches durchaus nicht genügend erreicht werden würde, wenn man die wagerechten Schichten der Mauer nur nach der unteren Bogenlinie aushauen und die so behauenen Stirnflächen der Steine dann als Seitenwandung der Oeffnung bestehen lassen wollte. In diesem Falle bildet das umgekehrte Gewölbe (Bogen) nur eine Rollschicht oder eigentlich nur die Deckschicht des unteren Theils der kreisförmigen Oeffnung. Oberhalb wird aber diese Oeffnung durch ein aufrechtstehendes Gewölbe (Halbkreisgewölbe) wieder bedeckt, welches in der Stärke einer Steinlänge oder je nach der gegebenen Weite in grösserer Stärke hergestellt wird.

§ 25. Die Bogenpfeiler.

Werden in einer Mauer mehrere Bogen von gleicher Spannweite und Höhe neben einander aufgeführt, so nennt man eigentlich nur die äussersten Stützen der Bogen oder die Erdpfeiler, die Widerlager, dagegen werden die die Bogen unterstützenden Zwischenpfeiler nicht mehr als Widerlager angesehen, sondern, wenn zwei Bogen sich auf einen solchen gemeinschaftlichen Zwischenpfeiler stützen, so heben sich, vorausgesetzt, dass beide Bogen von gleicher Weite und Höhe, sowie auch von gleicher Form sind, die Seitenpressungen von beiden Seiten her, gegenseitig auf und der Pfeiler hat dann nur das Gewicht der Bogentheile und der darüber aufgeführten Hintermauerung und Aufmauerung zu tragen. In Rücksicht hierauf hat man daher zunächst darauf zu sehen, dass der Pfeiler stark genug werde, um nicht durch die darauf ruhende Last zerdrückt zu werden. Doch ist dieses im Allgemeinen weniger zu befürchten, da, wie dieses auch schon oben angeführt wurde, in den gewöhnlichen und meisten Fällen die rückwirkende Festigkeit des Materials hinreichend ist, um diesem Gewichte genügend Widerstand leisten zu können; dagegen ist aber um so mehr Rücksicht auf die Stabilität des Pfeilers zu nehmen und zu dem Zwecke muss der Pfeiler eine genügende Stärke erhalten, um gegen Ausweichen oder etwaiges Einknicken vollständig gesichert zu sein.

Wenn es möglich zu machen ist und überhaupt die übrige Anordnung des Gebäudes es zulässt, so gibt man den einzelnen Pfeilern mindestens die doppelte Stärke des Gewölbebogens. Es kann aber keineswegs als bestimmte Regel angenommen werden, dass man den einzelnen Zwischenpfeilern eine solche Stärke geben müsse, indem sich eine Menge von Fällen denken lassen, wo durch Festhaltung einer solchen Regel die Ausführung eines Bauwerks sehr erschwert werden würde. Es ist dieses aber auch keineswegs erforderlich, weil in den gewöhnlichen Fällen, wie solche beim Landbau unendlich viele vorkommen, die Pfeiler sogar oft eine geringere Stärke erhalten können, ohne der Solidität und Festigkeit eines Gebäudes Nachtheil zu bringen, wovon viele

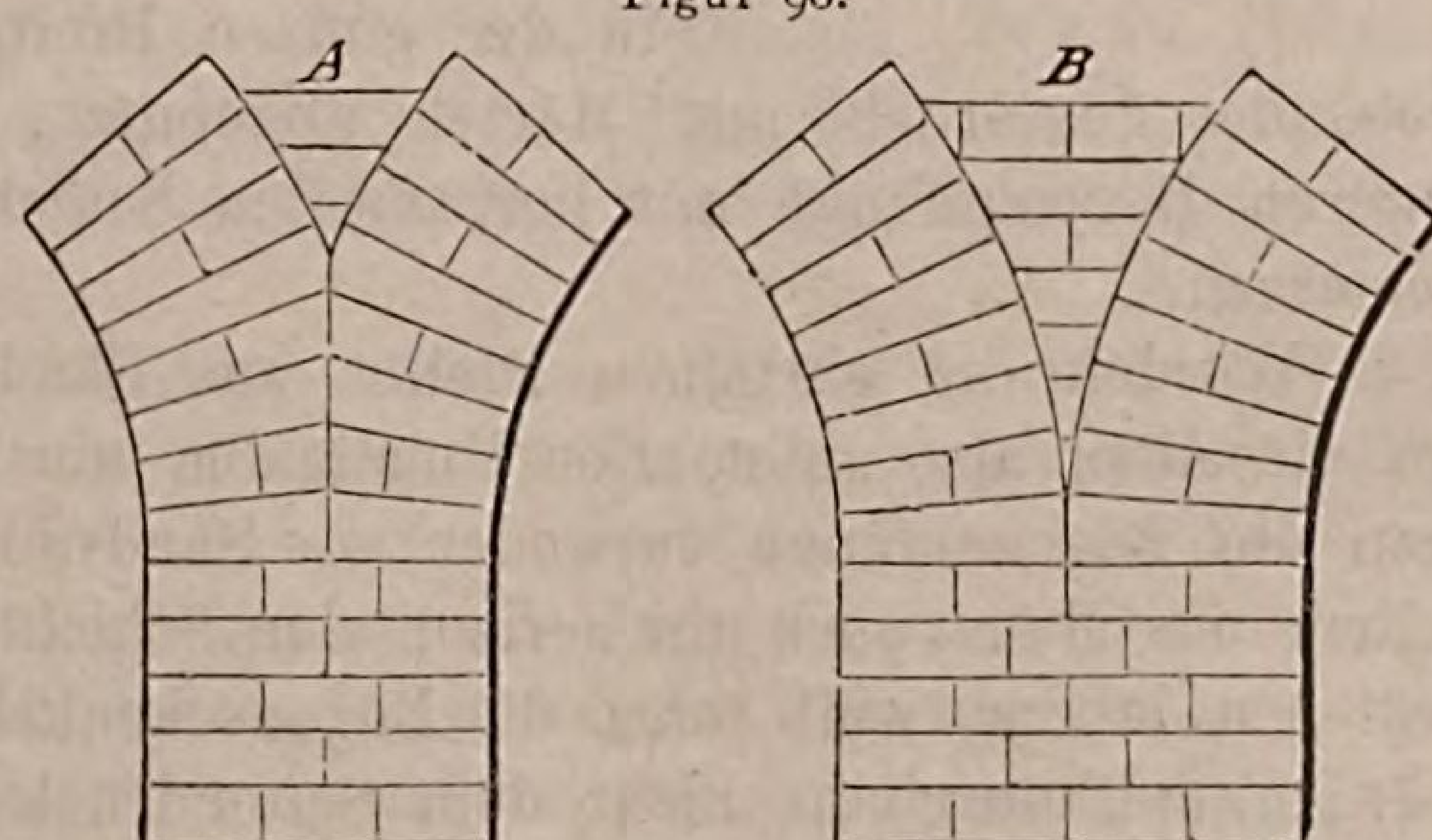
alte noch vorhandene Bauwerke die genügendsten Beweise liefern; nur muss, wie auch schon angeführt wurde, darauf Rücksicht genommen werden, dass die Pfeiler gegen Ausweichen und Einknicken gesichert sind, denn die Stärke, welche man diesen Pfeilern zur Erhaltung einer gehörigen Stabilität geben muss, hängt nicht nur ab von der zu tragenden Belastung und der rückwirkenden Festigkeit der Steine, woraus die Pfeiler zusammengesetzt sind, sondern wesentlich von dem Verhältniss ihrer Grundfläche zu ihrer Höhe.

Man hat die Stärke der Pfeiler je nach Verhältniss der Spannweite der Bogen von $^1/_3$ bis $^1/_8$ der Spannweite festzustellen, vorgeschlagen, allein dieses setzt voraus, dass die Spannweiten sehr bedeutend sein müssen, und zwar bedeutender als sie im Allgemeinen bei Landbauten vorkommen. Sachgemässer ist es jedenfalls, wenn man das Verhältniss der Breite eines Pfeilers zu seiner Höhe nicht geringer als 1 : 4 annimmt und ist diese Bestimmung der Stärke eines Pfeilers bei Anwendung von Ziegelsteinmauerwerk auch in allen Fällen vorzuziehen. Soll dann in einzelnen Fällen ein solcher Pfeiler eine geringere Stärke erhalten, als sich aus dem angeführten Verhältniss ergibt, so muss derselbe aus anderem Material, entweder aus Sandstein oder Gusseisen hergestellt werden.

Einen so schwachen Pfeiler kann man zwar auch bei grösserer Sorgfalt und Aufmerksamkeit mit Ziegelsteinen aufmauern, allein wegen der vielen horizontalen Fugen, welche ein solcher Pfeiler bei einer grösseren Höhe erhält, wird derselbe nur von sehr geringer Stabilität und keineswegs gegen Einknicken irgendwie gesichert sein. Bei kleineren leichteren Gebäuden findet man nicht selten Pfeiler von geringerer Stärke und stellenweise sogar nur von einem Stein Stärke; wenn dieselben nun auch, um die ungleiche Zusammenpressung der Fugen zu verhindern, statt mit Kalkmörtel mit tüchtigem Zementmörtel gemauert sind, so ist dennoch meistens ein Ausbiegen derselben sichtbar und ist es nur dem verhältnissmässig geringem Gewichte, welches der Pfeiler zu tragen hat, zuzuschreiben, dass derselbe nicht zusammenbricht.

Wenn nun bei denjenigen Pfeilern, welche die doppelte Stärke der Gewölbebogen zur Breite erhalten, es auch keine Schwierigkeit verursacht den Bogenanfang herzustellen, weil beide Bogen, wenn sie nach einem Halbkreis oder einem elliptischen Bogen ausgeführt werden sollen, in ihrer vollen Stärke auf dem Pfeiler angefangen werden können, so ist aber wol zu berücksichtigen, dass, wenn die Hintermauerung der Bogen nicht nur als solche dienen, sondern dieselbe höher aufgeführt werden und gleichzeitig auch noch grössere Lasten tragen soll, diese Hintermauerung als Keil wirkt und die Bogenschenkel nach Aussen drängt. Dieser Nachtheil tritt noch stärker hervor, wenn der Pfeiler eine geringere Breite erhält als die doppelte Bogenstärke beträgt, sodass in diesem Falle die beiden Bogen nicht mit der vollen Bogenstärke angefangen werden können.

Figur 90.

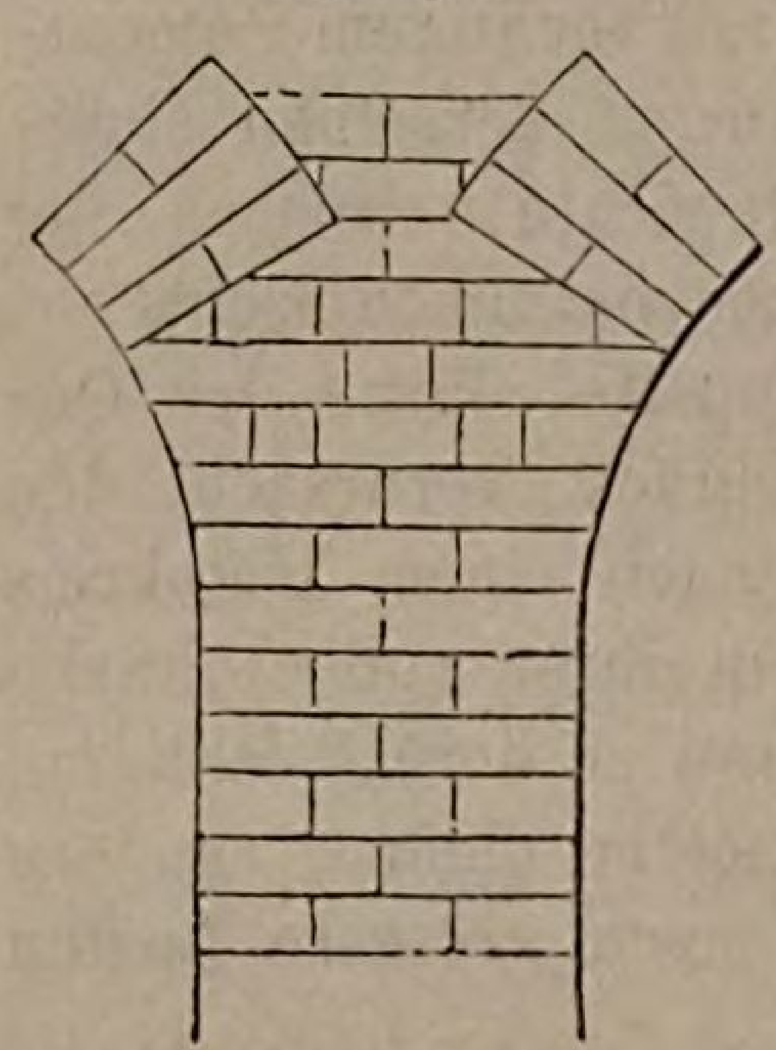


In diesem Falle würde man schon genötigt sein, wie in A angegeben ist, die unteren Schichten der beiden gegen einander stossenden Bogen soviel kürzer zu machen, als die halbe

Pfeilerstärke kleiner als die Stärke des Bogens ist, und würden dann die unteren Schenkel der Bogen an ihrer Rückseite nach einer vertikalen Schnittlinie scharf gegen einander stossen.

Wenn nun auch in den gewöhnlichen vorkommenden Fällen, wo eine Mauer durch überwölbte Oeffnungen durchbrochen ist, wegen der verhältnissmässig geringeren Belastung die Wirkung der keilförmigen Hintermauerung der Bogen auf diese letzteren nicht in so bedeutendem Grade hervortritt, so ist dieses doch um so mehr der Fall bei einzelnen Gewölbepfeilern, wenn hier die Hintermauerung der Gewölbe gleichzeitig dazu dient, Plintensteine zu tragen, auf welchen einzelne Tragpfeiler der oberen mit bedeutenden Lasten belegten Balkenlagen aufgestellt werden. Hier erhalten die auf dem Pfeiler zusammentreffenden Gewölbeschenkel einen sehr bedeutenden Seitendruck und findet man nicht selten eine oder mehrere Fugenöffnungen und Risse in den unteren Gewölbetheilen, welche in Folge des Seitendrucks der Hintermauerung entstanden sind. In solchen Fällen ist es um so mehr notwendig, dass die Anordnung so eingerichtet werden, dass der vertikale Druck des oberen Mauerwerks direkt auf das Pfeilermauerwerk und nicht auf die Bogen- oder Gewölbeschenkel und gegen diese als Keil wirkt. Dieses lässt sich nun sehr leicht dadurch erreichen, dass man die unteren Schichten des Bogens nicht nach den vorgeschriebenen Zentralrichtungen herstellt, sondern bis zu einer gewissen Höhe der Schichten wagerecht mauert, die einzelnen Steine bis zur Bogenlinie überkragt und an ihren Stirnflächen dieselben nach der gegebenen Bogenlinie behaut, wie dieses in nachstehender Figur 91 dargestellt ist.

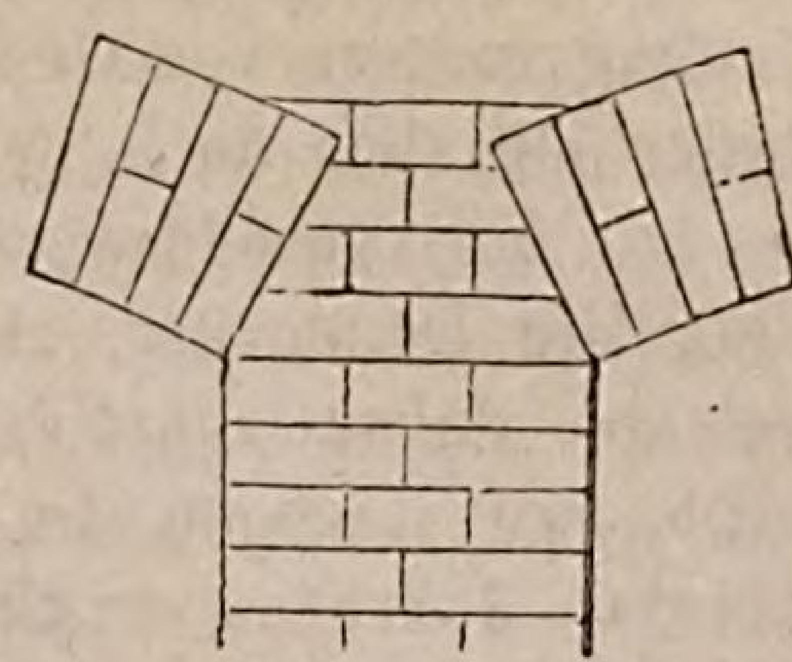
Figur 91.



Diese Anordnung, wenn man sie auch bei Frontmauern von Gebäuden in Anwendung bringen will, ist doch nicht in allen Fällen auszuführen; denn soll ein Gebäude in Rohbau ausgeführt werden, so würden die horizontalen Fugen in den halbkreisförmigen oder elliptischen Bogen jedenfalls sehr in die Augen fallen und eine höchst unangenehme Wirkung hervorbringen. In solchem Falle müsste man entweder den Pfeiler mit einem genügend hohen Bogenanfänger von Sandstein bedecken oder man müsste die Bogenkonstruktion in der Stärke eines halben Steins als Blendmauer bis zu einer bestimmten Höhe aufführen und das hintere Mauerwerk bis zu dieser Höhe in horizontalen Schichten herstellen und von da ab dann das Bogenmauerwerk in der ganzen Breite ausführen. Wird dagegen das Gebäude äusserlich mit Mörtel abgeputzt, so ist das Herauskragen der unteren Bogenanfänge mit horizontalen Schichten im Mauerwerk durchaus angemessen.

Werden die einzelnen Pfeiler aus Sandstein oder Gusseisen hergestellt, wo dieselben also unter allen Umständen nur geringe Stärke erhalten, so muss man die Bogenanfänge entweder aus Sandstein herstellen oder man muss dieselben aus Mauerwerk mit horizontalen Schichten bis zu einer bestimmten Höhe bestehen lassen, weil sonst die Bogenschenkel eine zu geringe Stärke erhalten würden und durchaus nicht dem Seitendruck der keilförmigen Hintermauerung widerstehen könnten. In solchen Fällen ist es durchaus erforderlich, dass der vertikale Druck der Hinter- und Aufmauerung nicht auf die Bogenschenkel als Seitendruck wirkt, sondern direkt auf den Stützpfeiler.

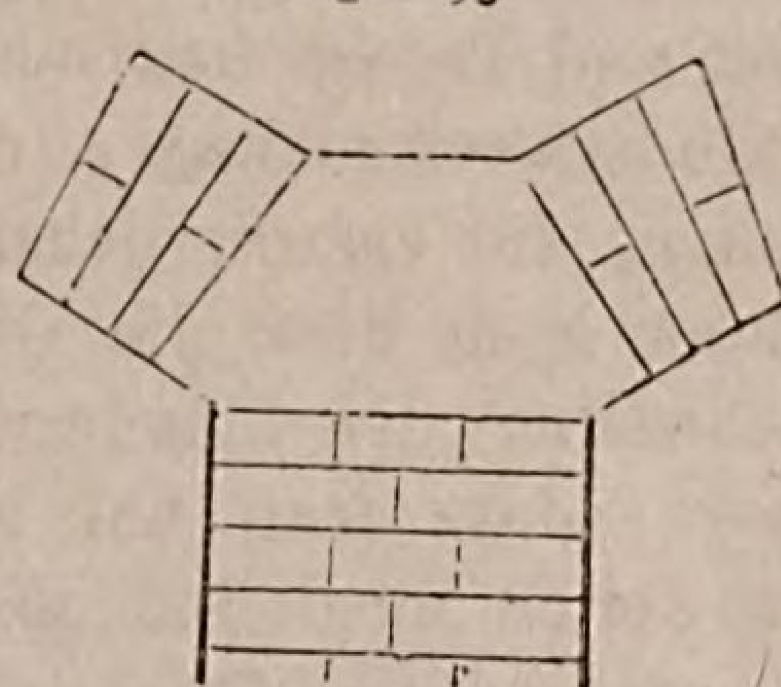
Figur 92.



Bedeutend weniger Schwierigkeiten verursachen, auch selbst bei schwächeren Pfeilern, die Bogenanfänge flacher Bogen, wie dieses auch aus beistehender Figur 92 leicht ersichtlich ist.

Hierbei ist übrigens auch zu bemerken, dass, sobald der Pfeiler nur eine so geringe Stärke erhält, dass die Bogenanfänge an ihren oberen Kanten über dem Pfeiler zusammenstossen und demnach das Widerlager der beiden Bogen die Gestalt eines gleichschenklichen Dreiecks erhält, es nicht nur sehr zweckmässig ist, sondern sogar notwendig werden kann, dass das Widerlager beider Bogen aus einem einzigen Werkstücke hergestellt werde, weil die von beiden Seiten sehr stark verhauenen Ziegelsteine des Widerlagers zu geringen Widerstand der horizontalen Pressung der gegengemauerten Bogen und dem vertikalen Druck der darüber aufgeführten Mauer leisten würden und überhaupt könnten. Dieser Umstand würde aber nicht nur für die Haltbarkeit der Bogen sondern auch des übrigen Mauerwerks von grösstem Nachtheil werden können. In diesem Falle muss aber das aus einem Werkstück hergestellte Widerlager auf beiden Seiten hin soviel vergrössert werden, dass auch die Bogenanfänge mit daran enthalten sind und der Stein oberhalb eine wagerechte Oberfläche erhält, welche den vertikalen Druck der darüber aufgeführten Mauer aufnimmt. Diese Anordnung ist in beistehender Figur 93 näher dargestellt.

Figur 93.



Man kann übrigens auch schwache Pfeiler anordnen und darüber die Bogenanfänge in geringerer Stärke herstellen, wenn man darüber Entlastungsbogen in hinreichender Stärke anordnet, sodass auf die Pfeiler und auf die darüber hergestellten Widerlager und Bogenanfänge kein weiterer Druck wirkt als der der Wölbscheibe des Entlastungsbogens, sodass alsdann der Pfeiler und die dagegen gestützten Bogen nur eine Ausfüllung einer grösseren Maueröffnung sind, welche Oeffnung durch den Entlastungsbogen ihren Abschluss erhält.

§ 26. Die Ständerwerks- oder Fachwerksmauern.

Die Ständerwerks- oder Fachwerksmauern sind solche, deren Gerippe aus geschnittenen oder abgeplatteten Hölzern (Ständer, Bänder, Riegel, Rähmen und Schwellen) abgebunden und zusammengesetzt wird, und wobei dann die einzelnen Fächer oder Felder mit Ziegelsteinen nach dem Verbande ausgemauert werden.

Man wendet diese Ständerwerksmauern vielfach als äussere Umfangswände von Gebäuden an; aber sehr vielfache Anwendung finden sie auch als Scheide- oder Trennungswände im Innern der Gebäude, in welchem letzteren Falle sie unbedingt viel besser ihrem Zwecke entsprechend sind, als im ersteren Falle. Man findet zwar noch manche mehrere Jahrhunderte alte in Ständerwerksmauern gebaute Gebäude, die trotz ihres Alters noch in einem sehr guten Zustande sind und würde, hiernach zu urtheilen, die Anwendung von Ständerwerksmauern zu äusseren Gebäudemauern sich als vortheilhaft und zweckmässig ergeben. Allein ist zu berücksichtigen, dass die grössere Feuergefährlichkeit

von Ständerwerksgebäuden es schon bewirkt, dass gegenwärtig die äusseren Umfangsmauern von Gebäuden in den meisten Fällen massiv aufgeführt werden; ferner ist aber auch der Umstand jetzt mehr oder weniger maassgebend, dass das zu dem Ständerwerk zu verwendende Holz immer theurer wird, und nicht mehr die Dauer hat, als das in früheren Zeiten zum Bauen verwendete Holz, welches daher rührt, dass das Holz im frischen Zustande sofort verwendet wird, wo dagegen in älterer Zeit das zum Bauen zu verwendende Holz mehrere Jahre in trockenen Schuppen aufbewahrt und dem steten Luftzuge ausgesetzt wurde, ehe man es zum Bau benutzte.

Wendet man die Ständerwerksmauern als äussere Gebäudemauern an, so müssen sie notwendig so hergestellt werden, dass das Holz derselben nicht der unmittelbaren und direkten Einwirkung der Erd- oder Bodenfeuchtigkeit ausgesetzt werde, und müssen sie daher eine Plintenmauerung erhalten, worauf die Schwellen der einzelnen Wände gelegt werden. Diese Plintenmauern müssen aber auch wieder so hoch aufgeführt werden, dass die Unterkante der darüber zu legenden Schwellen nicht mit dem äusseren Boden in gleichem Niveau zu liegen kommen, weil sonst die Schwellen durch die Einwirkung der aufsteigenden Erdfeuchtigkeit sowol als auch wegen des anspritzenden Regenwassers, sowie überhaupt durch die fortwährende Abwechselung von Feuchtigkeit und Trockenheit sehr bald verfaulen würden. Man führt daher bei solchen Ständerwerksmauern, die als äussere Umfangswände bei Gebäuden dienen sollen, die erforderlichen Plinten- oder Sockelmauern mindestens bis 15 Zentimeter hoch über die Oberfläche des äusseren Grundes auf, worauf dann die Schwellen der Ständerwerksmauern gelegt werden. Es genügt aber keineswegs, dass man nur im Aeusseren die Einwirkung der Feuchtigkeit auf die Schwellen möglichst abzuhalten sucht; auch im Innern der Gebäude hat man ebenfalls darauf Rücksicht zu nehmen, dass die innere Erdauffüllung nicht mit der Schwelle in unmittelbare Berührung kommt und muss daher in Bezug hierauf die Schwelle so hoch gelegt werden, dass ihre Unterkante und demnach auch die Oberfläche der Plintenmauer mindestens mit der Oberfläche der inneren Erdauffüllung des Gebäudes im Niveau liegt, damit auch hier die aufsteigende Erdfeuchtigkeit möglichst wenig direkt auf das Schwellenholz einwirken könne. Dieser Umstand bedingt es schon in den meisten Fällen, dass die Plintenmauern eine grössere Höhe erhalten, als oben angegeben ist.

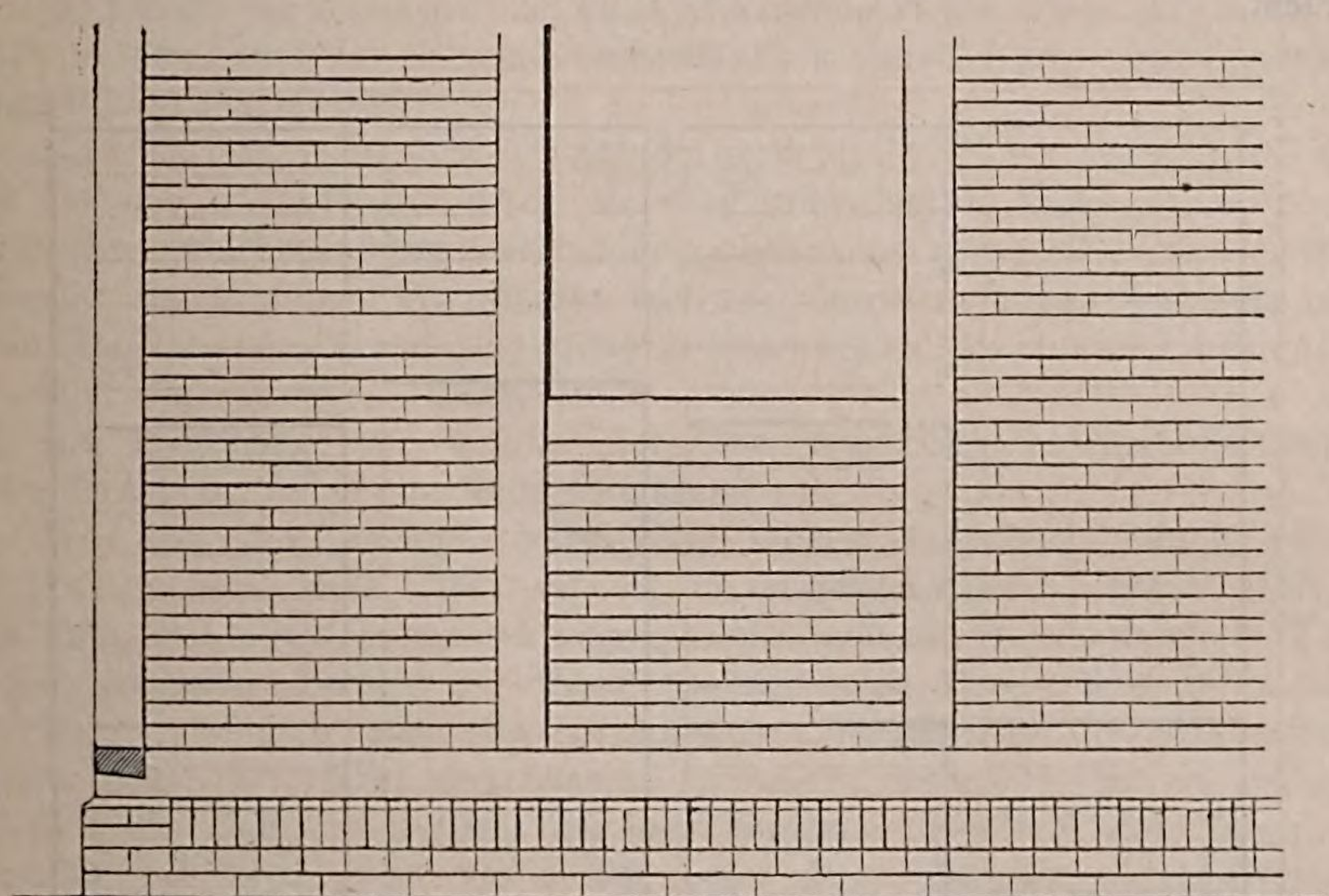
Werden Fachwerksmauern im Innern von Gebäuden als Trennungswände angewendet, so müssen dieselben im unteren oder Erdgeschoss ebenfalls massive Untermauerungen erhalten, welche mindestens bis zur Höhe der Fussboden daselbst aufgeführt werden. Dieses ist desshalb schon erforderlich, um auch hier die Schwellen der direkten Einwirkung der Erdfeuchtigkeit möglichst zu entziehen, und zwar ist dieses um so mehr erforderlich, weil man in den meisten Fällen zu diesen Schwellen der inneren Wände nur weiches Holz (Nadelholz) verwendet, das sehr leicht von der Feuchtigkeit ergriffen wird und Anlass zur Bildung von Schwamm gibt. Noch besser ist es, wenn man die Untermauerung bis zur Höhe der Unterkante der Fussböden in ihrer vollen Stärke aufführt und hierüber dann eine oder auch zwei Schichten Mauerwerk in der Breite der Schwelle oder eines halben Steines herstellt, worauf dann die Schwelle der Fachwerkswand gestreckt wird, sodass dieselbe dann mit ihrer Unterkante mindestens in der Höhe einer Steinschicht über dem Fussboden liegt und sonach mit der Erde in keine direkte Berührung kommen kann; ferner erreicht man hierdurch auch noch den Vortheil, dass beim

Waschen der Fussböden die Schwelle nicht durch das Spülwasser angenässt wird.

Die äusseren Plinten- oder Sockelmauern müssen stets mit einer Rollschicht abgedeckt werden. Dieses ist desshalb notwendig, weil das Regenwasser sich weniger darauf halten kann und ferner, weil die Steinoberflächen dann nicht so schnell auswittern, als dieses bei plattliegenden Steinen der Fall sein würde. Um ein solches Auswittern noch mehr zu verhüten und gleichzeitig auch zu verhindern, dass die in der Mauer etwa aufsteigende Erdfeuchtigkeit auf das Schwellenholz einwirke, ist es sehr zweckmässig, die Plintenmauer mit einer Asphaltlage vollständig abzudecken und darüber erst die hölzernen Schwellen zu strecken. Es ist auch sehr zu empfehlen, die Schwellenhölzer an ihrer Unterkante vorher einige Male mit Holztheer zu überziehen, weil ein solcher Ueberzug jedenfalls zur Erhaltung des Holzes bedeutend beiträgt und namentlich die unmittelbare Einwirkung der Feuchtigkeit bedeutend abschwächt. Statt des Holztheers lässt sich auch der Gas- oder Kohlentheer anwenden, jedoch verdient der Holztheer bei weitem den Vorzug, weil derselbe besser und tiefer in das Holz eindringt und nicht nur eine Kruste bildet.

In der nachstehenden Figur 94 ist ein Theil einer gewöhnlichen Ständerwerksmauer dargestellt.

Figur 94.



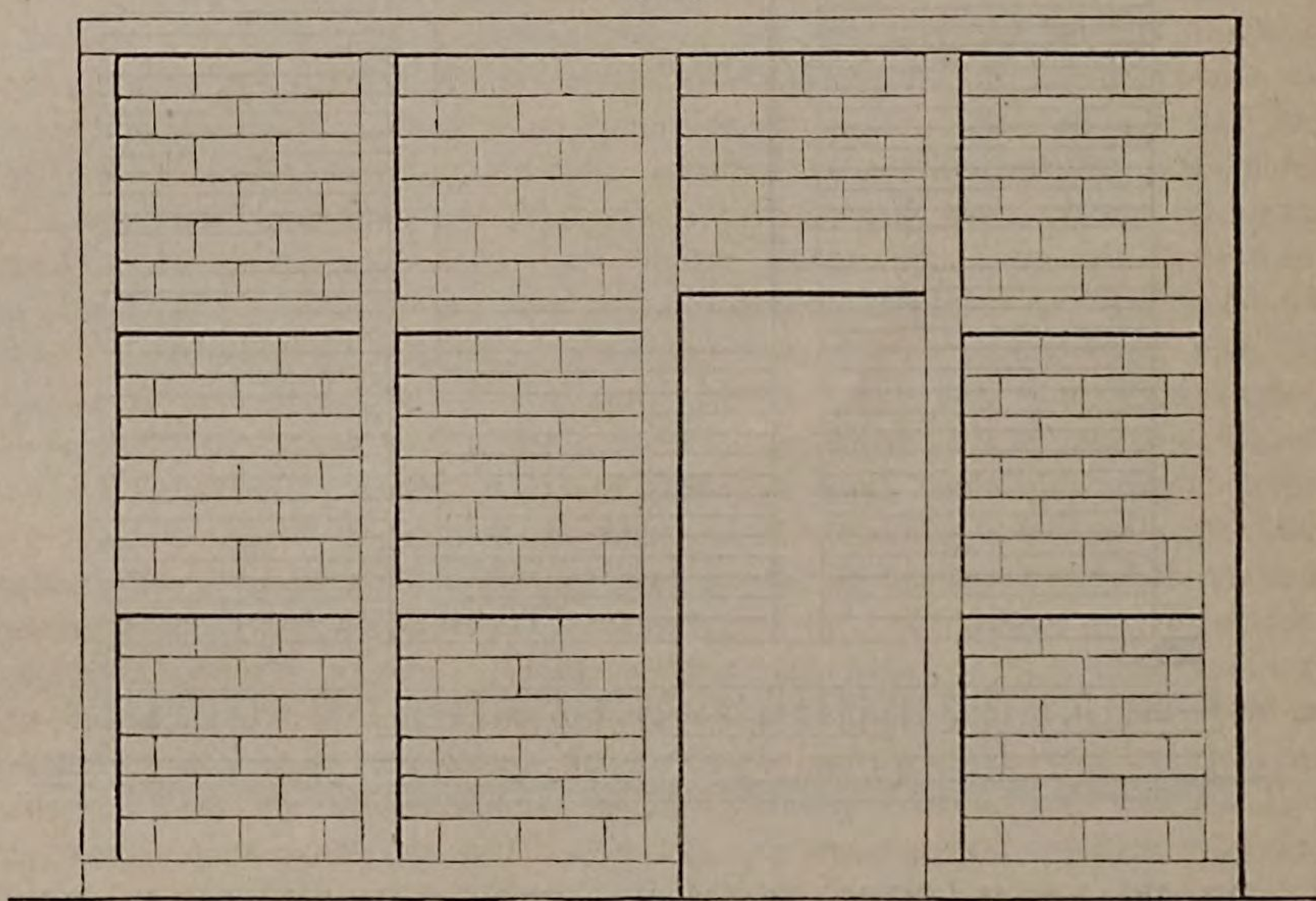
Dieselbe hat die Stärke eines halben Steins und sind hier die Felder mit einem plattliegenden Stein ausgemauert angenommen. Die Anordnung ist aus der Figur leicht erklärlich, jedoch ist hier in Betreff der Ausführung noch Folgendes zu bemerken.

Da das Mauerwerk sich durchaus nicht mit dem Holze verbindet, so hat man, um das Herausfallen der einzelnen Fächer beim etwaigen Schwinden der einzelnen Ständer und Riegel zu verhindern, sich folgender Hilfsmittel bedient. Entweder man rillt mit einem Beile das stehende Holz (die Ständer und Sturm-

bänder) an den inneren der Mauerung anliegenden Seiten ein, sodass diese Hölzer etwas ausgehöhlt erscheinen; vor der Ausmauerung der Fächer streicht man dann mittelst der Mauerkelle diese inneren Seiten der Ständer mit Mauerkalk aus und schiebt dann hiergegen die Mauersteine, welche, damit sie mit voller Fuge gegen die Ständer zu liegen kommen, am Kopfe ebenfalls noch mit Kalk eingestrichen werden. Zu mehrerer Befestigung schlägt man dann auch wol, wenn eine Schicht vollständig durchgemauert ist, zwischen Stein und Holz dünne Holzkeile ein, um die Schicht möglichst festzuspannen. — Oder man nagelt an die inneren Seiten der aufrechtstehenden Hölzer in deren Mitte lothrecht schmale dreikantige Holzleisten, sogenannte Schweinsrücken, und werden dann die sämmtlichen gegen das Holz stossenden Steine am Kopfe hiernach ausgehauen und mit voller Kalkfuge gegen das Holz angeschoben. Diese letztere Anordnung erfordert aber jedenfalls mehr Arbeit und verursacht demnach auch noch mehr Kosten, ohne dass aber dieselbe sich besser und vortheilhafter zeigt als die erstere, nämlich die des Ausrillens, wesshalb auch in den meisten Fällen das Ausrillen der Ständer und Bänder angewendet wird. Ein Hauptforderniss ist aber in allen Fällen, dass die Ausmauerung der einzelnen Fächer stets mit vollen Lager- und Stossfugen hergestellt werde.

In der nachstehenden Figur 95 ist ein Theil einer sehr leicht konstruirten Fachwerkswand dargestellt, bei welcher die Fächer nicht mit plattliegenden Steinen, sondern mit auf die hohe Kante aufgestellten Steinen ausgemauert werden.

Figur 95.



Diese Arten von Wänden dienen immer nur als leichte Trennungswände; sie können aber niemals als Tragwände angewendet werden, weil sie zu geringen Widerstand gegen Einbiegen leisten. Es würden auch, wenn sie als Tragwände benutzt werden sollen, bei einer Belastung, wodurch die Ständer gebogen würden, die einzelnen Felderausmauerungen sich nicht zwischen den Ständern erhalten können, sondern herausfallen. Als Trennungswände sind sie

aber unter Umständen sehr zweckmässig anzuwenden und namentlich in solchen Fällen, wenn in oberen Stockwerken vorhandene grössere Räume durch Wände getheilt werden sollen und diese Wände also auf Balken aufgestellt werden müssen, die in ihrer Mitte von unten her nicht weiter unterstützt sind. Die hierzu zu verwendenden Hölzer erhalten gewöhnlich eine Breite von zirka 10 Zentimeter und eine Stärke von höchstens 6 bis 7 Zentimeter, welche Stärke meistens der Dicke eines Kantsteins entsprechend ist. Diese Wände werden häufig gar nicht unterschwellt, sondern man nagelt an der Stelle, wo der Ständer aufgestellt werden soll, eine schmale Leiste (Knagge), schneidet hiernach den Ständer an seinem unteren Ende aus und treibt ihn dann, nachdem derselbe mit dem Zapfen an seinem oberen Ende in das bezügliche Rahmholz eingesteckt ist, mittelst Hammerschläge auf die Knagge und nagelt ihn hier fest.

Um die einzelnen ausgemauerten Fächer zu erhalten, muss man beim Ausmauern mehrere Schichten eines Faches mit dünnen Holzkeilen festkeilen.

Die Fachwerkswände können aber keine bedeutende Höhe erhalten, weil dann durch die Last der Steine selbst, die darin vermauert werden, ein Einbiegen der Ständer würde veranlasst werden können, welches jedoch für die Haltbarkeit der Wand aus nahe liegenden Gründen von grossem Nachtheil sein würde. Man findet daher diese leicht konstruirten Fachwerkswände auch nur bis zu einer Höhe von höchstens 3,14 Meter angewendet.

In Betreff der Ausmauerung dieser Fachwerkswände muss aber noch bemerkt werden, dass die Schichten mit durchaus vollen Lager- und Stossfugen gemauert werden müssen.

Mehrfach hat man auch das Ständerwerk in der Weise angewendet, dass man dasselbe im Aeusseren noch mit einer einen halben Stein starken Mauer verblendete, welche äussere Verblendung aber dann gleichzeitig mit der Ausmauerung der einzelnen Wandfächer und mit diesen nach dem Verbande einer einen Stein starken Mauer ausgeführt wurde. Ein solcher Fall ist in nachstehenden Figuren 96 A B dargestellt.

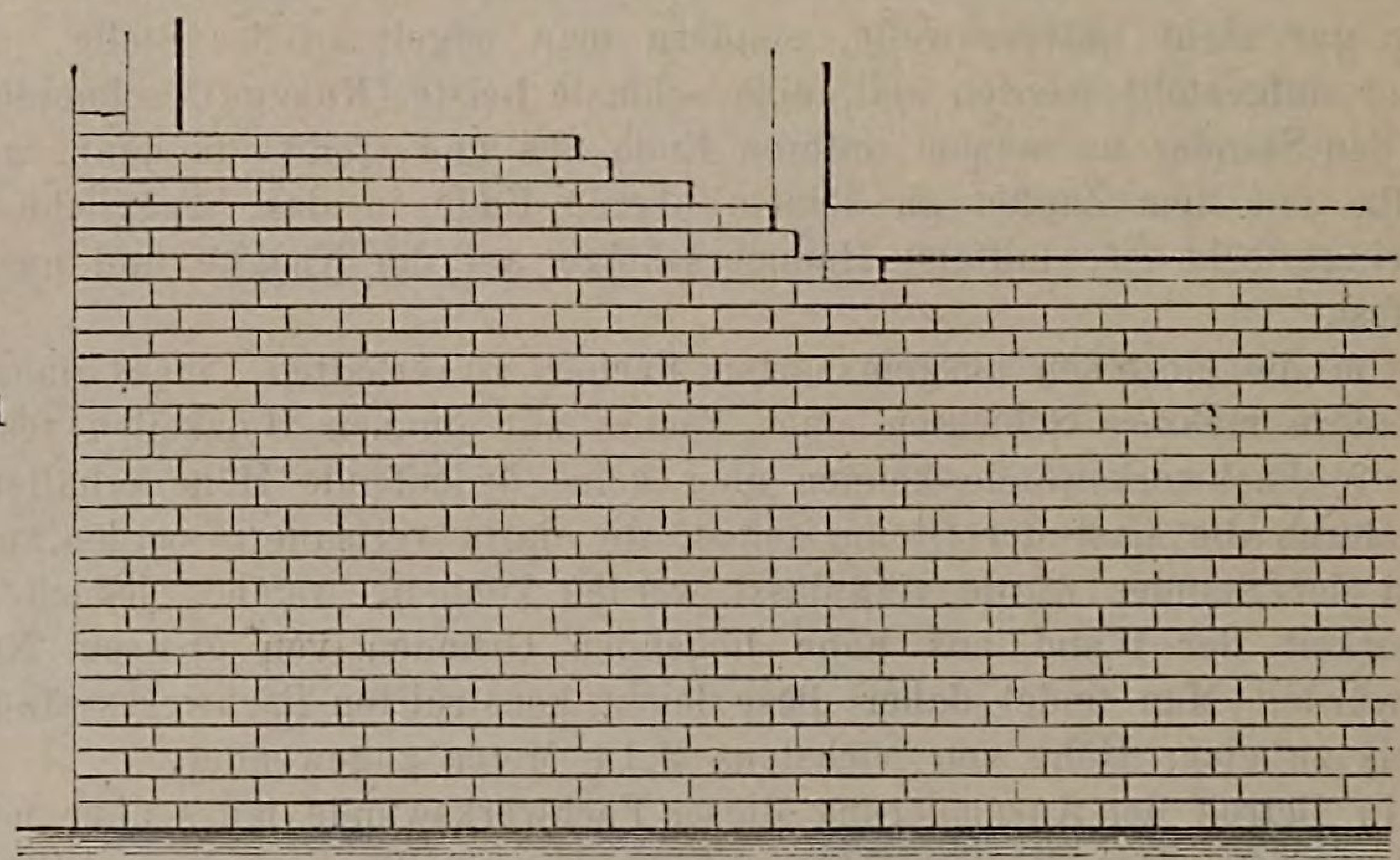
Die Anordnung ist leicht aus der Figur ersichtlich und bedarf daher in dieser Beziehung keiner weiteren Erklärung.

Was aber die Zweckmässigkeit einer solchen Anordnung betrifft, so ist leicht einzusehen, dass diese Art der Mauerkonstruktion durchaus nicht zu empfehlen ist. Denn betrachtet man zunächst nur die in umstehender Figur dargestellte hintere Ansicht der Wand, so ergibt sich daraus, dass nicht allein die Ständer, sondern auch die horizontalen Verbandhölzer der Ständerwand, als die Riegel, Schwellen und Rähmen ummauert werden. Nun ist aber bekanntlich das Holz ein Körper, der sich durchaus nicht mit dem Mauerwerk verbindet und ferner auch wieder sehr stark dem Schwinden unterworfen ist. In Folge des Schwindens der horizontalen Verbandhölzer müssen sich aber notwendig an der inneren Seite an diesen Stellen die horizontalen Fugen öffnen und das vor diesen Hölzern äusserlich vorhandene $^1/_2$ Stein starke Blendmauerwerk muss dann das darüber weiter aufgeführte, jedoch einen ganzen Stein starke Mauerwerk tragen, weil der innere Theil der Ausmauerung von dem eingelegten Holze nicht mehr in dem erforderlichen Grade unterstützt wird. Hieraus folgt aber auch ferner, dass diese horizontalen Verbandhölzer ein regelmässiges Setzen der Mauer nicht zulassen, sodass auch in der äusseren Blendmauer sich leicht horizontale Fugenöffnungen zeigen können, welche Oeffnungen dann namentlich an denjenigen Stellen hervortreten, wo im Innern

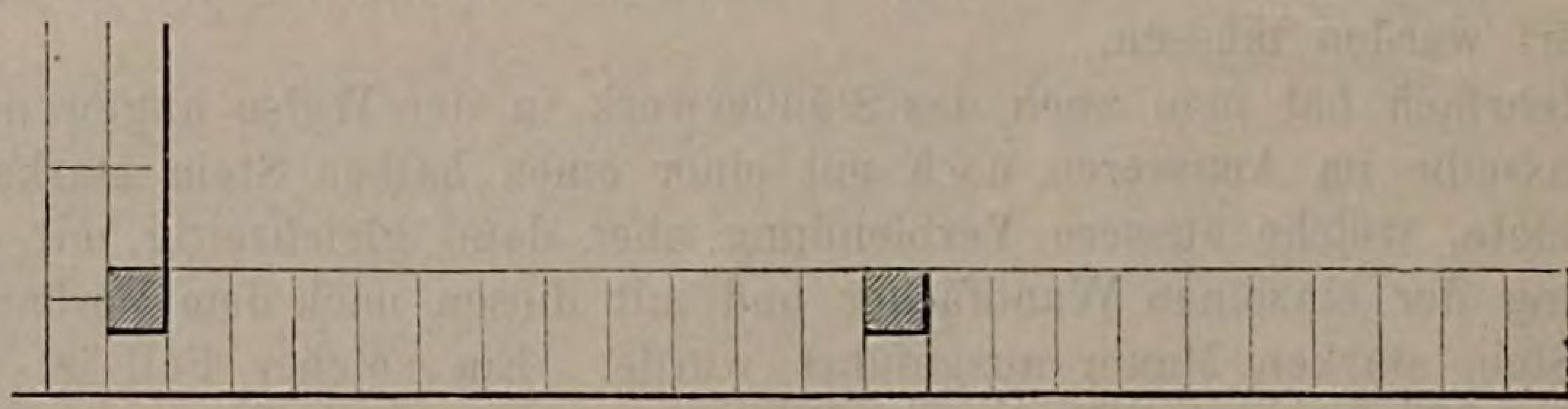
die einzelnen Schichten durch horizontale Verbandhölzer möglicherweise getragen werden. Es wird demnach durch die vorliegende Anordnung stets ein durchaus unkonstruktives Bauwerk erhalten. Die hier erwähnten Nachtheile treten aber noch um viel bedeutender hervor, wenn man diese Konstruktion bei mehrstöckigen Gebäuden anwendet, wo sie durchaus verwerflich ist.

Figur 96.

A



B



Ein anderer sehr wesentlicher Umstand, der hierbei noch eintritt und im hohen Grade berücksichtigt werden muss, ist der, dass durch die Ummauerung des Holzes von drei Seiten, dasselbe der notwendigen Einwirkung der trocknen Luft fast gänzlich entzogen wird, dagegen aber wird alle Feuchtigkeit, welche noch in der Mauer vorhanden ist oder welche das Mauerwerk aus der Luft anzieht, direkt dem Holze wieder mitgetheilt. Da aber, wie schon erwähnt ist, eine genügende Einwirkung der Luft auf das Holz nicht stattfinden und somit die eingesogene Feuchtigkeit nicht abtrocknen kann, überhaupt eine freie Ausdünstung des Holzes ganz aufgehoben ist, zumal wenn das Holz an der einzigen freien Seite noch mit Kalkputz überzogen wird, so ist die unbedingte Folge, dass das Holz entweder verfault, oder was noch weit gefährlicher und nachtheiliger ist, dass sich der Schwamm im Holze bildet, welches letztere namentlich sehr leicht stattfinden kann, wenn zu den Verbandhölzern Nadelholz verwendet wird, was auch in den meisten Fällen geschieht. Ist das Holz überhaupt erst von Fäulniss ergriffen, so bildet sich hier im Holze selbst Feuchtigkeit und es entsteht dann eine Wechselwirkung zwischen Mauer und Holz, wodurch die Fäulniss des Holzes nur noch um so rascher sich fortbildet.

Wenn nun eine in dieser Art konstruirte Mauer in der ersten Zeit auch eine grössere Stabilität zeigt, als eine einen Stein starke ganz massive Mauer,

so ist diese Zeitdauer doch verhältnissmässig nur sehr kurz und treten sehr bald die oben erwähnten Uebelstände mehr oder weniger stark hervor, ohne dass man aber im Stande ist, dieselben schon bei ihrem Entstehen zu entdecken und durch zweckmässige Anordnungen vielleicht dem weiteren Umsichgreifen vorbeugen zu können.

Es ist daher diese Konstruktion eine von denjenigen Mauerkonstruktionen, die unter allen Umständen immer als verwerflich zu bezeichnen sind und zwar nicht allein wegen der erwähnten Uebelstände, sondern auch noch desshalb, weil sie bei ihrer grossen Unsolidität jedenfalls einen erheblich grösseren Kostenaufwand wegen der abgebundenen Holzfachwand erforderlich machen.

Schliesslich soll hier noch in Bezug auf die Ausmauerung einer Ständerwerkswand, wie sie im ersten Falle dargestellt wurde, bemerkt werden, dass der Mauerverband der einzelnen Felder, wenn das Mauerwerk im Aeusseren ausgefugt werden soll, noch mannichfach verändert werden kann, indem man die Schichten nicht, wie hier angegeben, sämmtlich horizontal legt, sondern die einzelnen Felder mit vertikalen oder diagonalen Schichten abwechselnd ausmauert, wodurch man verschiedene Muster von Fugeneintheilungen erhalten kann, welches dann dem Geschmack des Baumeisters überlassen bleibt, wobei aber die oben angegebenen allgemeinen Bestimmungen nicht ausser Acht gelassen werden dürfen.

§ 27. Die Hohlmauern.

Die Hohlmauern sind solche Mauern, die im Innern, parallel mit ihren Frontseiten in ihrer ganzen Ausdehnung eine Luftschicht einschliessen.

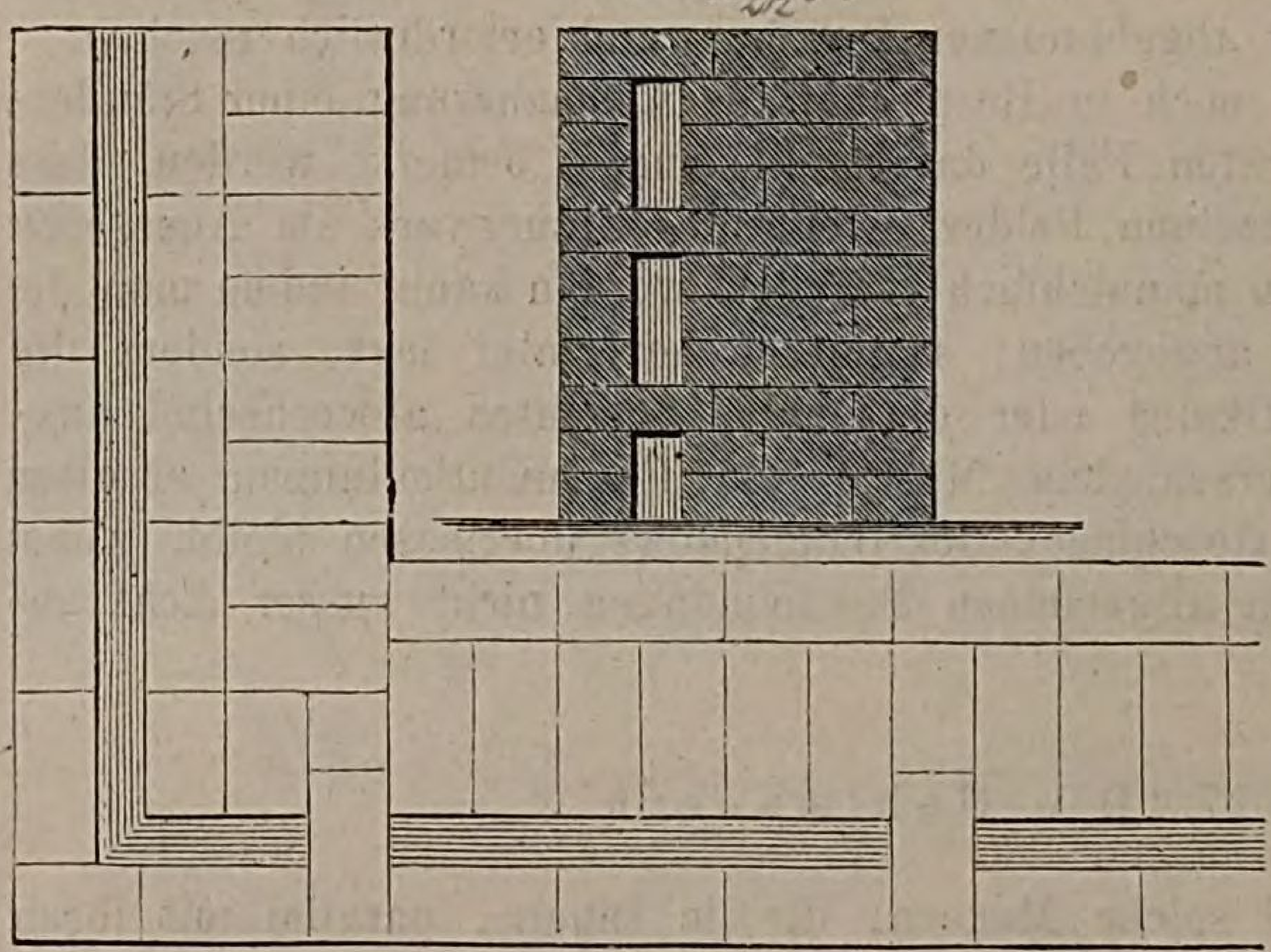
Diese Hohlmauern werden zu verschiedenen Zwecken angewendet. Einmal wendet man sie an bei Kellermauern, wo sie dazu dienen sollen, mittelst der inneren Luftschicht die Feuchtigkeit der äusseren gegengeschütteten Erde von der inneren Mauer abzuhalten; ferner wendet man diese Hohlmauern auch als Umfangsmauern über der Erde bei Gebäuden an, um dieselben während der rauhen und kälteren Jahreszeiten wärmer zu erhalten, indem auch hier wieder die eingeschlossene Luftschicht als schlechter Wärmeleiter dazu benutzt wird, zu verhindern, dass die wärmere Luft im Gebäude oder in dessen Räumen nicht so schnell abkühlt. Aus diesem Grunde finden die Hohlmauern namentlich vielfache Anwendung als Umfangsmauern von Heizkammern der Luftheizungen und bei Feuerungsanlagen. Man wendet aber auch diese Hohlmauern als Trennungsmauern zwischen zwei an einander liegenden Gebäuden an, um durch die Luftschicht die Fortpflanzung des Schalls von dem einem Gebäude nach dem anderen mehr zu verhindern.

Die Hohlmauern bestehen gewöhnlich aus der eigentlichen Hauptmauer des Gebäudes mit einer davor aufgeführten Blendmauer, zwischen welchen beiden Mauern eine Luftschicht von 5 bis 8 Zentimeter Weite verbleibt. Die Blendmauer wird gewöhnlich in der Stärke eines halben Steines aufgeführt. Da aber eine solche schwache Mauer in grösserer Höhe und Ausdehnung, namentlich wenn Erde gegengeschüttet wird, sich gar nicht allein würde erhalten können, sondern sofort eingedrückt werden würde, so ist es durchaus notwendig, dass sie mehrfach mittelst Durchbinder mit der Hauptmauer verbunden werde. Aber auch selbst dann, wenn eine solche Blendmauer eine grössere Stärke als die oben angegebene erhält, ist ein Durchbinden in den einzelnen Schichten erforderlich, weil bei einer grösseren Ausdehnung und

namentlich bei einer grösseren Höhe auch eine stärkere Blendmauer ohne weitere Verbindung mit der Hauptmauer sich durchaus nicht würde erhalten können, wie dieses die Erfahrung auch schon bei mehrfachen Gelegenheiten gezeigt hat.

In nachstehender Figur 97 ist eine solche Hohlmauer näher dargestellt, welche aber keiner weiteren Erklärung bedarf und deren Anordnung aus der Zeichnung leicht zu entnehmen ist.

Figur 97.



In der beistehenden Figur 97 ist die äussere Blendmauer in Verbindung mit einer $1^1/_2$ Steine starken Hauptmauer dargestellt; man macht auch diese Hauptmauer in einer grösseren Stärke, ohne dass dadurch eine Aenderung in dem Verbande der Hauptmauern erforderlich wird.

Diese doppelten Mauern finden mehrfache Anwendung bei Souterrain- oder Kellermauern und zwar zu dem Zwecke, um die von der äusserlich anliegenden Erde entstehende Erdfeuchtigkeit von der inneren Mauer abzuhalten. Dieser Zweck wird zwar anfänglich erreicht, aber keineswegs für die Dauer; denn die äussere Blendmauer kann nicht so wasserdicht hergestellt werden, dass nicht auch die fortwährend darauf einwirkende Erdfeuchtigkeit durch dieselbe dringt und an der inneren Seite dieser Mauer sich zeigt. Hierdurch wird auch die eingeschlossene Luft mit noch mehr Feuchtigkeit als sie schon besitzt, geschwängert und dieselbe wirkt dann je nach dem Unterschiede der äusseren und der im Innern des Gebäudes statthabenden Temperatur ebenfalls auch auf die innere Mauer, welche gegen Feuchtigkeit geschützt werden soll. Diese anhaltende Einwirkung der feuchten Luft auf die innere Mauer erzeugt aber in dieser letzteren nach einer gewissen Zeit ebenfalls Feuchtigkeit. Der beabsichtigte Zweck würde nur dann für die Dauer erreicht werden, wenn in dieser Luftschicht ein fortwährend anhaltender Luftwechsel hervorgebracht werden könnte. Man hat zwar durch verschiedene an einander gegenüber liegenden Stellen hergestellte Oeffnungen in den Mauern einen Luftwechsel hervorzubringen gesucht, allein stets doch mit nur sehr geringem Erfolge, denn die in diesem Zwischenraum vorhandene Luft ist zu feucht und schwer, als dass sie durch die eindringende Luft stark in Bewegung gesetzt werden könnte. Es ist daher auch in den wenigsten Fällen für die Dauer ein günstiger Erfolg erzielt worden. Nun kommt noch ferner hinzu, dass die eingeschlossene und fortwährend mit Feuchtigkeit geschwängerte Luft auch sehr bald einen sehr unangenehmen Geruch annimmt, welcher schliesslich die innere Mauer durchdringt und die sämmtlichen anliegenden Räume an der inneren Seite dieser Mauer ebenfalls in Mitleidenschaft zieht und die Luft in diesen Räumen verdirbt, trotzdem in der äusseren Blendmauer Oeffnungen zur Abführung der

schlechten Luft und Einführung von frischer Luft gemacht wurden. In manchen Fällen hat man sowol die Blendmauern als auch die inneren Mauern mit gewöhnlichem Kalkmörtel aufgeführt; in diesen Fällen zeigten sich die erwähnten Uebelstände aber stets binnen sehr kurzer Zeit und war dann auch sehr bald der Zwischenraum mit abgefallenem Mörtel zum Theil angefüllt; wurden dagegen diese Mauern mit starkem hydraulischen Mörtel aufgemauert und sämmtliche Mauerflächen auch mit diesem Mörtel verputzt, so währte es zwar erheblich länger, ehe die beregten Uebelstände hervortraten, sie bleiben aber dennoch nicht aus.

Selbst in solchen Fällen, wo man die Blendmauern in oberen Stockwerken anwendet, lässt es sich nicht verhindern, dass nach längerer Dauer die dadurch begrenzten Räume mit unangenehm dumpfiger Luft sich mehr oder weniger anfüllen. Bei Anwendung dieser Blendmauern bei Keller- oder Souterrainmauern kommt noch endlich hinzu, dass sich hier sehr leicht Mauersalze bilden.

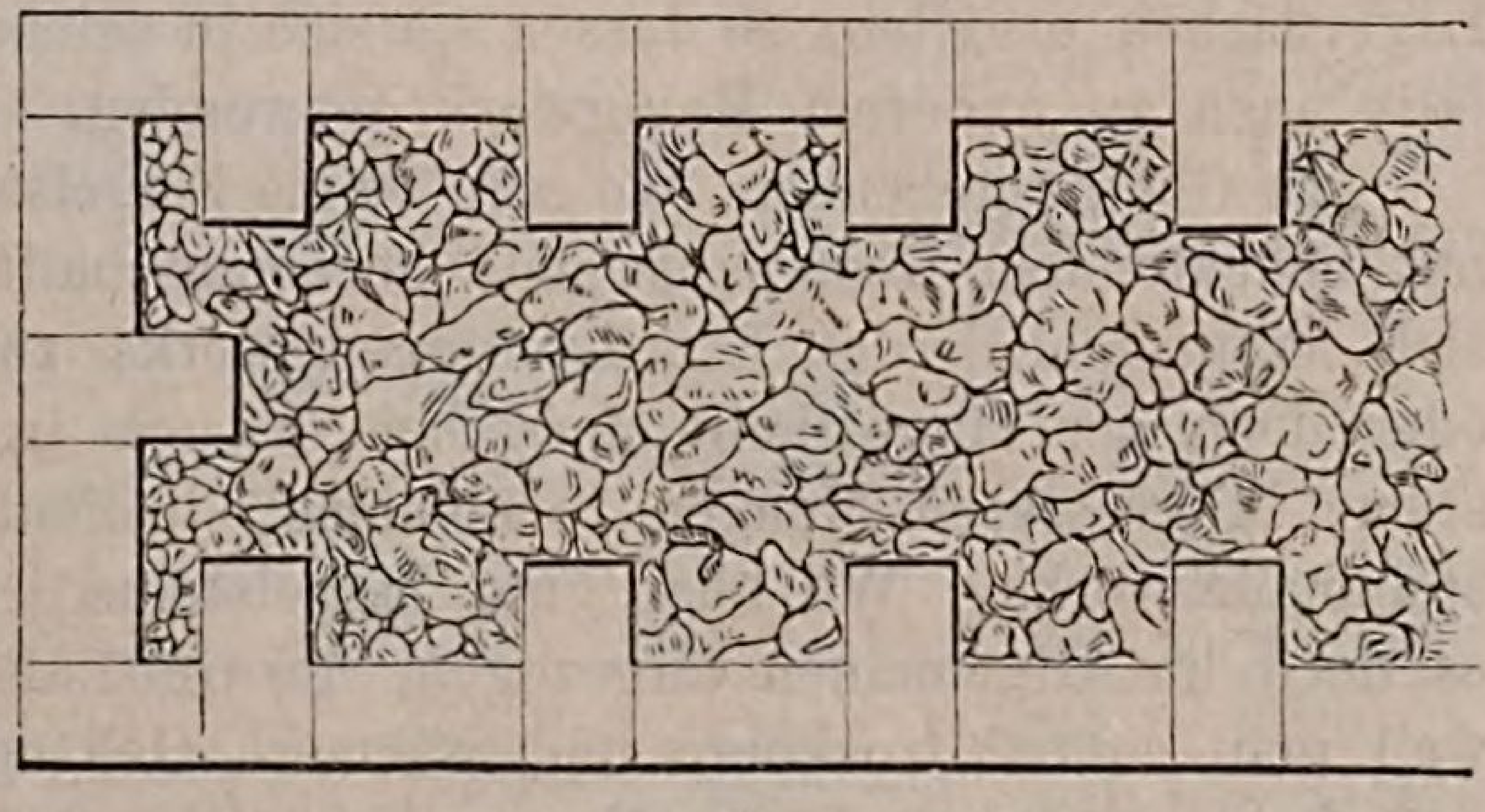
Diese Hohlmauern können nur dann ihren Zweck erfüllen, wenn man erstlich die zwischen beiden Mauern herzustellende Luftschicht bedeutend breiter macht, als oben angegeben ist, und ferner muss die Blendmauer selbst auch eine grössere Stärke erhalten, sodass sie dem Durchdringen der Erdfeuchtigkeit längeren Widerstand entgegensetzt. Bei einer erheblichen Verbreiterung der Luftschicht ist man auch leichter im Stande die darin enthaltene Luftsäule in Bewegung zu bringen. Eine solche Anordnung wird aber dann erheblich kostspieliger und findet dieserhalb auch seltener Anwendung.

Die oben erwähnte Anordnung, wie sie in der beistehenden Figur 97 dargestellt ist, ist, wenngleich sie auch nicht unerheblichen Mehrkostenaufwand erfordert, dennoch immer nur ein Palliativmittel.

§ 28. Der polnische oder gothische Mauerverband.

Dieser Mauerverband bildet ein gemischtes Mauerwerk, bei welchem die äussere Einfassung aus regelmässigen Steinen hergestellt wird, die als Läufer und Binder nach der Länge der Mauer neben einander vermauert werden, sodass die Binder der einen Schicht jedesmal auf der Mitte des Läufers der nächst unteren Schicht liegend, über diese hinaus in das innere Mauerwerk eingreifen. Innerhalb dieser Einfassung wird die Mauer mit Bruchsteinstücken, Feldstein- oder Ziegelstücken ausgefüllt und werden die Zwischenräume vollständig mit Kalkmörtel ausgegossen, sodass nach erfolgter Austrocknung sich Alles zu einer Masse gestaltet.

Figur 98.



In beistehender Figur 98 ist dieser Mauerverband näher dargestellt.

Man findet zwar viele alte, sogenannte gothische Gemäuer, welche in dieser Art hergestellt sind und im Allgemeinen sich auch ziemlich gut erhalten haben. Dennoch aber macht man gegenwärtig keine Anwendung mehr von dieser Konstruktion und zwar hauptsächlich aus folgenden Gründen.

Einmal kann eine solche Konstruktion wegen des höchst ungleichförmigen Setzens nur sehr langsam ausgeführt werden und würde demnach bei Anwendung dieser Konstruktion die Ausführung derselben eine sehr lange Zeit erfordern, welches aber den jetzigen Anforderungen in keiner Weise entsprechend sein würde. Ferner aber würde man trotz der langdauernden Ausführung doch noch keineswegs dagegen gesichert sein, dass die äussere Steinverkleidung sich mit der Zeit von dem inneren Gussmauerwerk nicht ablöste, zumal, da man bei der grössten angewendeten Vorsicht dennoch ein stärkeres Setzen des inneren Mauerkörpers nicht würde verhindern können. Ein Losreissen des inneren Mauerkörpers von der äusseren Verblendung würde aber wieder bei irgend welcher Veranlassung ein Abweichen der äusseren Blendmauer zur Folge haben. Dieses würde nur dadurch einigermaassen verhindert werden können, dass man in kurzen Entfernungen ganz durchstreckend mehrere regelmässige Schichten Mauerwerk herstellte. Endlich aber ist noch anzuführen, dass diese Art der Mauerung einen erheblich grösseren Raum erfordert, als dieses bei einem regelmässig ausgeführten dem Zwecke entsprechenden Ziegelmauerwerke stattfindet.

§ 29. Das Bruchsteinmauerwerk.

Bruchsteinmauerwerk nennt man im Allgemeinen jedes Mauerwerk, welches aus natürlichen gebrochenen oder gesprengten Steinen zusammengesetzt ist und die einzelnen Steine durch zwischengelegten Mörtel verbunden werden. In diesem allgemeinen Sinn soll es aber hier nicht genommen werden, sondern es soll hier insbesondere nur dasjenige Mauerwerk unter der Bezeichnung „Bruchsteinmauerwerk“ verstanden werden, welches aus unregelmässigen gebrochenen Steinen, Geschiebesteinen, Kalk- oder Feldsteinen zusammengesetzt ist.

Die Feldsteine, wenngleich sie sehr hart und fest sind, eignen sich wegen ihrer rundlichen Form und in Folge derselben geringen Lagerhaftigkeit sehr wenig zur Herstellung von Mauern, weil es sehr schwierig ist, mit solchen Steinen eine Mauer im gehörigen und notwendigen Verbande aufzuführen. Man wendet daher diese Steine auch in den meisten Fällen nur zu Mauern untergeordneter Art an, als z. B. zu Bewährungsmauern, Grottenmauern und dergleichen, wobei man dann statt des Mörtels sich meistens des Lehms oder auch sehr häufig des Mooses oder beider Materialien zugleich bedient. Haben aber die Feldsteine eine bedeutende Grösse, sodass sie, um sie bei der Ausführung von Mauern benutzen zu können, erst gesprengt werden müssen, wodurch dann ihre rundliche Gestalt verloren geht und sie somit mehrfache Lagerflächen erhalten, so lassen sie sich in solchem gesprengten Zustande ebenfalls auch zu anderem Mauerwerk verwenden.

In Gebirgsgegenden, wo man keine Ziegelsteine hat, oder doch diese erst mit bedeutendem Kostenaufwande herbeigeschafft werden müssen, bedient man sich hauptsächlich des Bruchsteinmauerwerks zur Aufführung ganzer Gebäude oder doch der Haupttheile derselben. Auch in flachen Gegenden, wo Feldsteine in grösseren Mengen vorkommen, bedient man sich häufig des Bruchsteinmauerwerks. Wo aber gute Ziegelsteine leichter zu beziehen sind, wird es doch im Allgemeinen vorgezogen, die Gebäude von Ziegelsteinen aufzuführen, weil man einmal trocknere und wärmere Gebäude mit diesem Material erhält und ferner dann auch die Mauern nicht in der Stärke aufgeführt zu werden

brauchen, als dieses beim Bruchsteinmauerwerk notwendig erforderlich ist. In vielen Gegenden findet man auch sehr häufig das Bruchsteinmauerwerk nur zu Fundamenten und Kellermauern angewendet, wo jedoch dann der Höherbau aus Ziegelsteinen hergestellt wird.

Das Bruchsteinmauerwerk regelrecht und in gehörigem Verbande aufzuführen, ist keineswegs so leicht und verursacht jedenfalls bedeutend mehr Schwierigkeiten, als dieses bei Aufführung von Ziegelmauerwerk der Fall ist. Es ist auch nicht möglich, bestimmte für alle Fälle gleichgeltende Regeln dafür zu geben, weil das Bruchsteinmaterial zu sehr verschieden an Gestalt und überhaupt auch zu unregelmässig ist. Es können daher auch nur allgemeine Bestimmungen gegeben werden, die man dann in jedem einzelnen Fall soviel als möglich zu berücksichtigen hat.

Bei Aufführung von Bruchsteinmauern hat man zunächst darauf zu sehen, dass beim Vermauern der einzelnen Steine in der Mauer sowol nach der Länge und Höhe, als auch in der Stärke derselben ein gehöriger Verband erhalten werde. Dieses kann aber nur durch eine zweckmässige Vertheilung und Abwechselung von Läufern und Bindern erreicht werden. Ferner müssen die Steine beim Vermauern immer auf ihre ebenste und grösste Fläche gelegt werden, damit sie einigermaassen auf sicheren Grundflächen ruhen, und hat man demgemäss, wenn die Steine durchaus keine Lagerfläche haben, diese erst einigermaassen mit einem Spitzhammer oder mit einem sonst geeigneten Werkzeuge zuzurichten. Das Lager eines solchen nicht lagerhaften Steins durch eine starke Mörtelunterlage herzustellen, ist keineswegs zweckmässig, sondern sogar höchst fehlerhaft, weil durch diese Unterlage der Stein niemals ein gehörig festes Lager erhält.

Was nun die Aufführung einer solchen Bruchsteinmauer betrifft, so legt man zuerst den Eckstein, welcher nach der einen Fluchtseite der Mauer als Binder und nach der anderen Seite als Läufer erscheint. Dieser Eckstein muss daher nicht nur eine Lagerfläche, sondern auch zwei gerade Stirn- oder Aussenseiten haben, die sich unter einem Winkel schneiden, welcher der Ecke des aufzuführenden Gebäudes entsprechend ist. Von hieraus legt man nach beiden Seiten hin, in den bestimmten Fluchtlinien eine Schicht Steine, abwechselnd als Binder und Läufer, welche Steine aber sämmtlich sowol eine Lagerfläche als auch eine gerade Stirn- oder Aussenseite haben müssen. An der inneren Seite wird nach der Stärke der Mauer ebenfalls eine solche Schicht gelegt, wobei aber dann gleich Rücksicht auf den Verband mit der äusseren Steinreihe genommen werden muss, damit auch ein gehöriger Verband nach der Stärke der Mauer erhalten werde, welches durchaus notwendig ist, damit verhindert werde, dass bei der späteren Höherführung der Mauer der untere Theil derselben nach seiner Längenrichtung sich trenne. Eine solche Trennung der Mauer nach ihrer Längenrichtung würde aber unter allen Umständen erheblich gefährlicher sein als sonst entstehende Risse in der Mauer. Hat man unter gehöriger Berücksichtigung des nach der Stärke der Mauer herzustellenden Verbandes die beiden Fluchtseiten, die äussere, sowie auch die innere gemauert, so wird der innere Theil der Mauer und alle Zwischenräume ausgefüllt und vollständig abgeebnet. Diese Arbeit muss aber mit grosser Vorsicht ausgeführt werden und hat man sehr darauf zu sehen, dass der Mörtel nicht in überflüssiger Menge verwendet werde, sondern, dass die vorhandenen Zwischenräume unter Anwendung von möglichst wenig Mörtel, jedoch mit möglichst passenden Steinstücken voll ausgefüllt werden. Es soll hier keines-

wegs damit die Ansicht ausgesprochen werden, dass der Mörtel möglicherweise ganz fehlen könne, sondern es ist die Anwendung des Mörtels sogar durchaus notwendig und es sollen nur die Mörtelfugen möglichst schwach hergestellt werden, jedoch auch wieder nicht in der Weise, dass die Steine mit ihren kleinen vorragenden Unebenheiten unmittelbar auf einander zu liegen kommen, weil dann die einzelnen Steine wieder kein gehörig festes, sondern ein wackliches Lager erhalten würden. Dieses würde aber für die Festigkeit der Mauer von grösstem Nachtheil werden können. Man muss daher auch, wo es notwendig ist, um den einzelnen Steinen ein besseres Lager zu geben, diejenigen Ecken und Kanten, überhaupt Unebenheiten des Steins, welche zu bedeutend hervortreten, mit dem Spitzhammer beseitigen. Die zu starken Mörtelfugen geben sehr leicht Veranlassung zu ungleichem Setzen der Mauer, zumal der Mörtel, wenigstens im Anfange noch selten stark gebunden hat oder erhärtet ist und auch dann immer noch eine weit geringere Festigkeit hat, als die Bausteine selbst. Ferner ist aber auch zu berücksichtigen, dass der Mörtel beim Trocknen schwindet und wird dieses dann bei stärkeren Mörtelfugen in höherem Grade sich äussern als bei schwachen. Um nun alle derartige Nachtheile möglichst zu vermeiden, muss die Ausmauerung dicht und kompakt hergestellt werden, und muss ferner die Schicht, ehe mit der folgenden Schicht der Anfang gemacht wird, vollständig ausgeglichen sein. Auch ist darauf besonders zu sehen, dass die Schicht überall eine gleiche Höhe erhält, sodass ihre Oberfläche nach allen Richtungen vollständig wagerecht wird.

Bei Herstellung der zweiten Schicht hat man besonders darauf zu sehen, dass die Steine derselben so gelegt werden, dass sie mit den Steinen der unteren Schicht wieder in gehörigen Verband kommen und nicht Fuge auf Fuge trifft, und zwar muss dieses sowol an der äusseren, wie auch an der inneren Seite stattfinden, sowie ferner auch wieder bei dieser Schicht darauf Rücksicht zu nehmen ist, dass ein innerer oder Querverband der Mauer hergestellt werde. Sehr vortheilhaft ist es hierbei, wenn man sich solche Steine verschaffen kann, die als Durchbinder durch die ganze Stärke der Mauer angewendet werden können. Diese Steine müssen aber dann ausser einer Lagerfläche noch an beiden Enden gerade Aussenseiten oder Stirnflächen haben. Das Ausmauern der inneren Zwischenräume dieser Schicht findet ganz in derselben Weise statt, wie bei der unteren Schicht. Das Auszwicken der äusseren und inneren Mauerflächen mit kleinen keilförmigen Steinabfällen geschieht, wenn es wegen Beschaffung einer festeren Lage der einzelnen Steine nicht schon beim Aufmauern ausgeführt wird, gewöhnlich erst später.

Es ist oben angeführt, dass die zu starken Mörtelfugen sehr leicht Veranlassung zu ungleichem Setzen der Mauer geben. Es ist aber dieser Umstand nicht die alleinige Ursache dieses Setzens, sondern liegt dieselbe wesentlich in der unregelmässigen Beschaffenheit, in welcher eine solche Bruchsteinmauer aufgeführt wird. Diesen möglicherweise daraus erfolgendem ungleichen Setzen glauben manche dadurch vorbeugen zu können, dass man die vollendete Schicht abrammt und hierauf dieselbe wieder mit Gussmörtel ausgiesst und dann mit kleineren Steinabfällen ausgleicht. Dieses Verfahren des Abrammens ist aber keineswegs so zweckmässig, sondern es ist dasselbe eher als sehr nachtheilig zu bezeichnen; denn ist die Schicht mit Sorgfalt ausgemauert, so wird durch das Aufstossen mit einer Handramme das Lager der Steine leicht verrückt, ohne dass aber dadurch eine grössere Dichtigkeit der Mauer erlangt wird.

Durch das Aufstossen wird ferner der Mörtel von den Steinen losgerüttelt und die Lage der einzelnen Steine verrückt werden, ohne dass man aber darüber versichert ist, dass dieselbe eine feste Lage und ein gehöriges Mörtellager behalten. Die Wirkung des Aufstossens kann ferner auch nur im oberen Theil der Schicht stattfinden, weil die ausgefüllten Zwischenräume zu unregelmässig und nicht in gleicher Weise ausgefüllt werden konnten. Durch das Ausgiessen mit Gussmörtel wird die Ausfüllung der Zwischenräume auch nur mangelhaft erreicht und zwar wesentlich nur im oberen Theil der bezüglichen Schicht. Es ist daher, um ein gutes Mauerwerk zu erhalten, darauf zu sehen, dass die Zwischenräume mit möglichst passenden Steinen und Steinzwickeln in Mörtel dicht ausgemauert werden, wodurch auch das Abrammen durchaus überflüssig wird.

Die regelrechte Ausführung solcher Bruchsteinmauern erfordert daher immer geübte und zuverlässige Arbeiter, und zeigen sich nicht selten solche Arbeiter, die bei Ziegelmauerwerk sehr tüchtig sind, sich dennoch bei Herstellung von Bruchsteinmauerwerk ganz und gar untüchtig.

Weniger schwierig ist die Aufführung einer Bruchsteinmauer aus plattenförmigen Steinen; denn, wenn diese auch sehr unregelmässige Stösse oder Köpfe haben, so lässt sich doch immer einigermaassen eine Stirn daran arbeiten und kann man dann bei dem Verlegen der einzelnen Steine die Fugen mit dünnen Platten und Zwickeln ausfüllen.

Bei der Aufführung beider Arten von Mauerwerk ist aber immer besonders darauf zu sehen, dass einmal nach allen Richtungen hin ein möglichst guter Verband hergestellt werde und ferner, dass die äusseren Flächen des Mauerwerks möglichst dicht und fluchtrecht erhalten werden, so dass nicht einzelne Steine vor anderen stark vortreten. Es würde im Fall der Nichtbeachtung des letzteren die aufgeführte Mauer nicht allein ein sehr schlechtes Aussehen erhalten, sondern es würde auch bei Regenwetter zum Eindringen der Feuchtigkeit in die Fugen und zum Ansetzen von Moos mehr Veranlassung geben, als für die Haltbarkeit der Mauer zweckdienlich wäre.

In den umstehenden Figur 99 A B C sind derartige Bruchsteinmauern in der Ansicht und im Grundriss dargestellt.

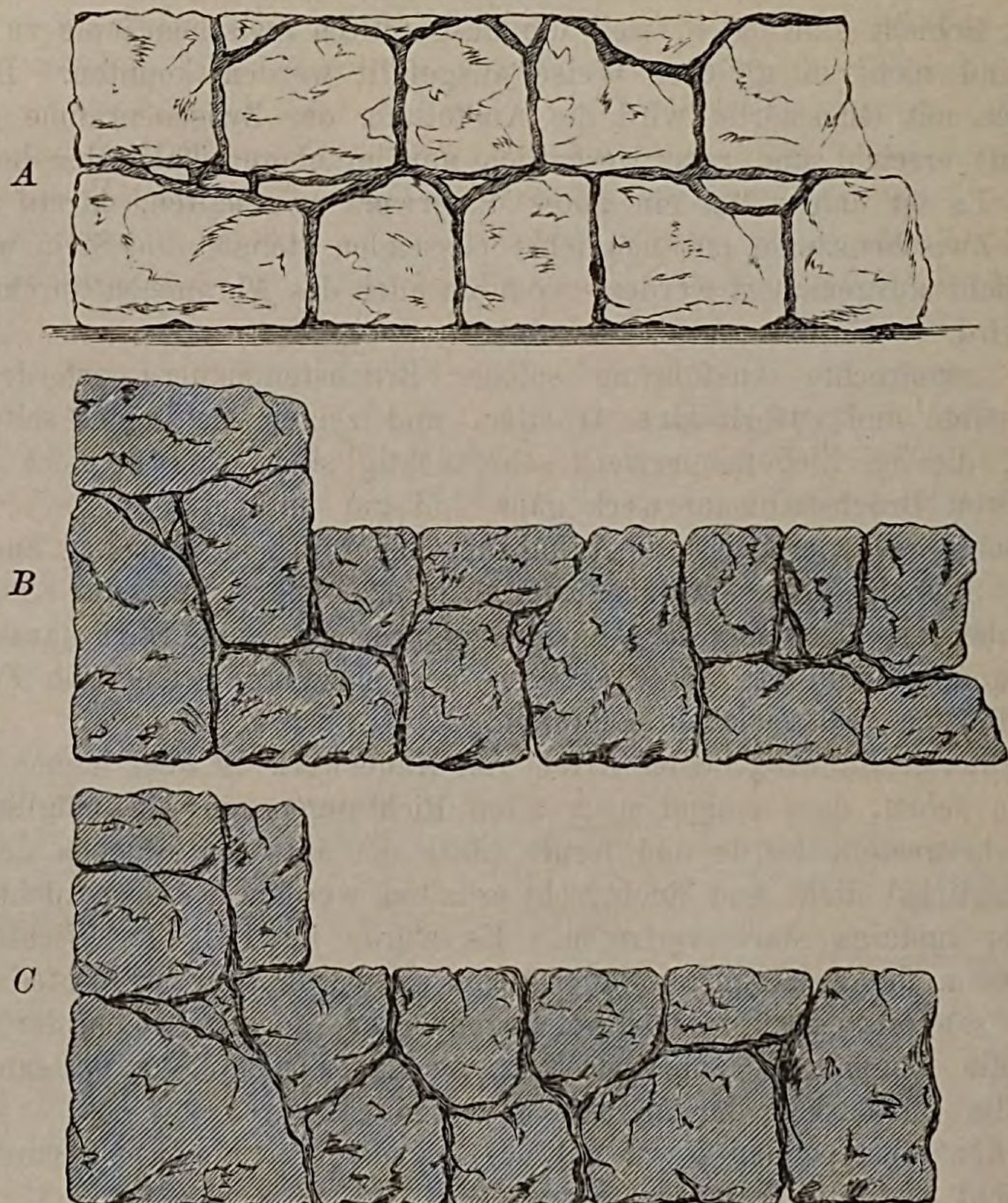
Man findet auch nicht selten, dass das Bruchsteinmauerwerk schichtenweise wieder durch mehrere, wenigstens drei Schichten Ziegelmauerwerk abgeglichen ist und zwar in der Art, dass beiderlei Mauerwerk in wagerechten Streifen abwechselt.

Es ist einleuchtend, dass durch das eingelegte Ziegelmauerwerk eine solche Mauer nur an Festigkeit gewinnt, und zwar schon aus dem Grunde, weil das Ziegelmauerwerk, welches das unregelmässige zusammengesetzte Bruchsteinmauerwerk in weniger hohen Absätzen abschliesst, in einem regelmässigen und jedenfalls besseren Verbande aufgeführt wird als das Bruchsteinmauerwerk. Ferner verbindet sich auch der Mörtel schneller und besser mit den Ziegelsteinen als dieses meistens mit den Bruchsteinen der Fall ist. Bei dieser Anordnung ist es aber notwendig, dass das eingelegte Ziegelmauerwerk in jedem Streifen, wie schon vorher angedeutet, aus mindestens drei Schichten Ziegelsteinen bestehe, weil sonst dasselbe zu geringen Widerstand leisten und jeder Senkung der Mauer oder jeder sonst entstehenden Einwirkung sogleich folgen würde.

Man findet auch manche Fälle, wo die Eckpfeiler, sowie die Fenster- und Thüreinfassungen und die darüber vorhandenen Bogen von Ziegel-

mauerwerk hergestellt sind und das übrige Zwischenmauerwerk dann aus Bruchsteinen besteht. Eine solche Verbindung von zwei durchaus verschiedenen

Figur 99.

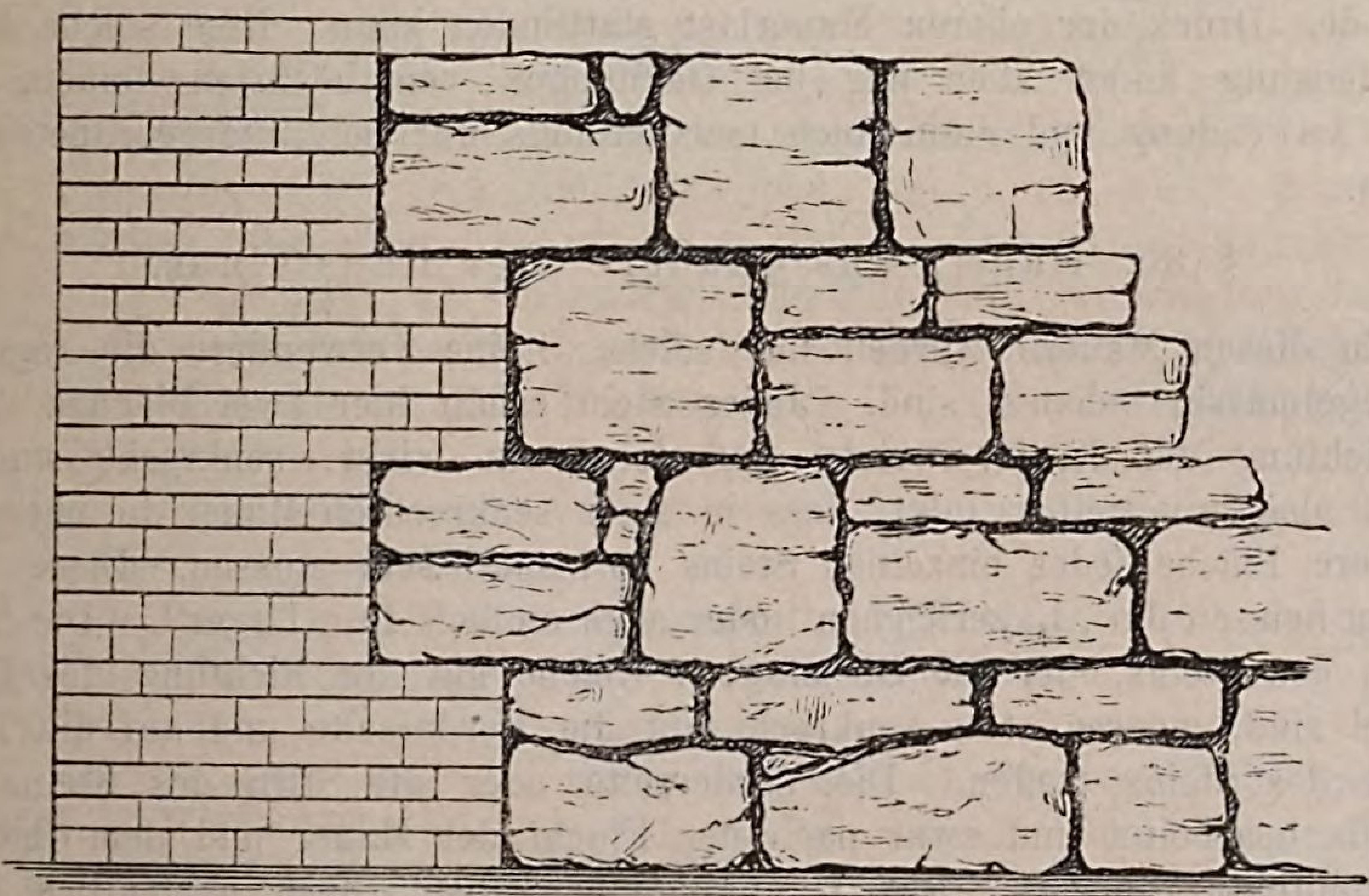


Arten von Mauerwerk kann aber sehr leicht gefährlich werden, weil das Setzen dieser beiden Mauerungen unter sehr verschiedenen Umständen stattfindet und weil ferner die Verbindung beider Theile mit einander immer nur sehr mangelhaft in einander schliessend hergestellt werden kann. Es ist daher in solchen Fällen der Anwendung unbedingt das Zweckmässigste, dass man die beiden Mauerungen stets nur in grösseren Absätzen in einander greifen lässt und innerhalb dieser Absätze beide Mauern stumpf gegen einander stossend aufführt und sie hier nicht anders als durch zwischen gegebenen Mörtel mit einander verbindet. In der nachstehenden Figur 100 sind hierauf bezügliche Fälle näher dargestellt.

Ein Umstand, der bei Aufführung von Bruchsteinmauern, zumal, wenn dieselben als Grund- oder Fundamentmauern angewendet und mit Bankettabsätzen hergestellt werden, durchaus nicht unberücksichtigt gelassen werden darf, ist, dass in solchen Fällen die Bankettabsätze nur geringe angenommen werden dürfen. Man darf diese Absätze nicht grösser machen, als dass die darüber aufzuführende Mauer nicht allein auf den Kern des unteren Bankettabsatzes, sondern auch noch auf die äusseren grösseren Steine desselben zu stehen

kommt. Der innere Kern einer solchen Bruchsteinmauer gewährt niemals eine solche Festigkeit als die äusseren Seiten derselben, weil dieser Kern meistentheils aus einer Menge kleinerer in Mörtel gelegter Steine hergestellt wird und somit derselbe eigentlich mehr als Füllmauerwerk zu betrachten ist, in welchem dann an verschiedenen Stellen zur Erhaltung des inneren Verbandes nur einzelne grössere Steine (Durchbinder) eingelegt sind. Dieses Füllmauerwerk lässt sich aber dennoch durch eine fortwährend darauf wirkende Last weit mehr zusammendrücken als die äusseren aus grösseren Steinen bestehenden Mauerflächen. Wird daher die untere Bankettmauer so hergestellt, dass bei Höherführung der oberen Mauer hauptsächlich nur der Kern oder das Füllmauerwerk derselben hauptsächlich belastet wird, so kann sehr leicht ein

Figur 100.



Auseinanderdrängen oder ein Spalten der Bankettmauer nach ihrer Längenrichtung stattfinden. Ein solcher Umstand soll namentlich die Ursache des Einsturzes der Kirche zu Erdmannsdorf gewesen sein. Es möchte hierbei auch die Frage aufgeworfen werden, ob bei manchen der in neuerer Zeit vorgekommenen Gebäudeeinstürze nicht eine ähnliche Ursache stattgefunden hat. Es ist, um einen solchen Einsturz herbeizuführen, durchaus nicht erforderlich, dass eine Grundmauer in ihrer ganzen Länge nach der Richtung derselben spalte, sondern können solche Spaltungen in geringeren Längen schon einen solchen Einsturz veranlassen. Es ist daher bei Aufführung solcher aus Bruchsteinen herzustellenden Grundmauerung immer besonders darauf zu sehen, dass, so lange die Mauern bankettartig eingezogen werden, dazu möglichst grosse und lagerhafte Steine verwendet werden, welche von beiden Seiten her tief in die Mauer eingreifen, damit die Masse des Füllmauerwerks geringer ausfalle und somit die spätere Last mehr unmittelbar auf die grösseren Steine wirke. Dieses schliesst übrigens keineswegs aus, dass bei der höher zu führenden Mauer, wird diese aus Bruchsteinen hergestellt, ebenfalls dieselbe Vorsicht angewendet werden muss, damit nicht ein Ausweichen der beiden Seitenflächen dieser oberen Mauer stattfinden kann. Dieses würde sehr leicht der Fall sein, wenn man nicht genügend Rücksicht auf Herstellung des inneren Verbandes nimmt.

Endlich ist hier noch anzuführen, dass man bei Anwendung von plattenförmigen oder geschieferten Steinen immer Sorge dafür zu tragen hat, dass sie in dem Mauerwerk, worin sie vermauert werden, eine ähnliche Lage erhalten, welche sie im Gebirge hatten und nicht als Kopfstein benutzt werden, indem sie dann durch den darauf wirkenden Druck leicht gespalten werden können.

Sind bei diesen Bruchsteinmauern Oeffnungen zu überdecken, so muss man in Ermangelung von Ziegelsteinen, Hausteine anwenden, die der bestimmten Wölb- oder Bogenlinie entsprechend behauen werden. Sind übrigens diese Oeffnungen nur von geringer Weite, so kann man dieselben auch mit starken plattenförmigen Steinen überdecken und darüber dann weiter mauern. In diesem Falle müssen aber die Ecken der Oeffnung mit grossen lagerhaften Steinen hergestellt werden, damit kein Umkippen oder Ausweichen derselben durch den Druck der oberen Mauerlast stattfinden kann. Eine solche Art der Ueberdeckung findet aber nur bei Oeffnungen von höchstens einem Meter Weite Anwendung und dann auch meistentheils nur bei untergeordneten Bauwerken.

§ 30. Mauern aus Quader- oder Hausteinen.

Zu diesen Mauern werden nur solche Steine verwendet, die regelrecht und regelmässig behauen sind. Jeder Stein erhält hier zwei Flächen, die zu der Richtung der Kraft, welche auf den Stein wirkt, senkrecht sind und woraus also unmittelbar folgt, dass in einer senkrechten Mauer die untere und die obere Fläche jedes einzelnen Steins horizontal sein müssen. Diese beiden Flächen heissen die „Lagerflächen“ oder auch einfach die „Lager“. Die Seitenflächen des Steins oder die Stossfugen, welche mit der Richtung des Drucks parallel sind, müssen stets senkrecht auf die Vorderseite und auf die Lagerflächen des Steins treffen. Die Vorderseite oder die Stirn des Steins wird ebenfalls bearbeitet und zwar nach der Flucht der Mauer und dem Charakter der Architektur gemäss. Das Hauptaugenmerk ist jedoch namentlich immer auf die genaue Bearbeitung der Lagerflächen und Stossfugen zu richten, damit diese möglichst eben und genau erhalten werden. Bleiben in den Lagerflächen einzelne hervorragende Unebenheiten, so geben diese bei einem stärkeren Druck sehr leicht Veranlassung zum Sprengen des bezüglichen Steins, indem dann an diesen Stellen die auf einander gelegten Steine nur in einzelnen Punkten direkt auf einander wirken und somit die tragende Fläche, die durch ihre rückwirkende Festigkeit dem Drucke widerstehen soll, nur auf diese einzelnen hervorragenden Stellen reduzirt wird. Es ist daher umsomehr auf eine möglichst genaue Bearbeitung dieser Lagerflächen zu sehen, zumal wenn später die einzelnen Steine bedeutende Lasten zu tragen erhalten. Man findet nun nicht selten die Ansicht verbreitet, dass diese Nachtheile durch Zwischenstreichen von steiferem und schnell bindenden Mörtel gehoben werden können; eine solche Ansicht ist aber durchaus unrichtig und darf man hierbei keineswegs auf die Mitwirkung des Mörtels rechnen, weil dieser wenigstens im Anfange eine weit geringere Festigkeit hat als die Bausteine, und selbst auch im günstigsten Fall, wenn der Mörtel schon vollständig erhärtet ist, diese geringere Festigkeit doch noch immer behält; ferner kommt hierbei auch noch das Schwinden des Mörtels in Betracht und wenn dieses auch nur in sehr geringem Grade stattfindet, so darf es unter solchen Umständen dennoch nicht ausser Acht gelassen werden.

Des Mörtels bedient man sich bei diesen Mauern überhaupt nicht desshalb, dass, wie es bei den Mauern aus Ziegelsteinen der Fall ist, derselbe die Steine mit einander verbinden und an einander kitten soll, sondern er dient hier wesentlich dazu, die geringen Unebenheiten der Flächen der Steine, welche gar nicht zu vermeiden sind, auszugleichen und überhaupt die Fugen zu dichten, so dass die ganze Oberfläche eines Steins im Allgemeinen gleichmässiger trägt, welches Letztere aber wieder bedingt, dass die Lagerflächen möglichst sorgfältig bearbeitet und die Lagerfugen durchgängig gefüllt werden. Hiergegen wird aber in der Ausführung sehr häufig gefehlt, indem man glaubt auf den äusseren sichtbaren Theil der Fuge vornehmlich eine besondere Vorsicht verwenden zu müssen und hier dann beim Versetzen der einzelnen Steine sucht, die Fuge genügend zu dichten, um gleichzeitig auch ein Absprengen der äusseren Kanten des Steins zu verhindern; den inneren Theil der Lagerfuge lässt man dann mehr oder weniger unberücksichtigt und sucht, nachdem der Stein seine Lage erhalten hat, diesen übrigen Theil der Fuge mit einem dünnen Gussmörtel mittelst Einstreichens einer langen dünnen Kelle auszufüllen. Dass hierdurch aber die Ausfüllung immer nur höchst mangelhaft erreicht werden kann, liegt klar auf der Hand. Auch selbst im günstigen Falle, wo die Fuge ganz mit Gussmörtel angefüllt wird, erreicht man demnach nicht den beabsichtigten Zweck, indem der auf den äusseren Theil der Fuge verwendete steifere Mörtel beim Erhärten nicht in dem Grade schwindet als der dünnflüssige Gussmörtel und trifft dann beim Höherführen der Mauer der vergrösserte Druck doch stets vorzugsweise immer nur auf einzelne hervorragende Stellen der Lagerflächen.

Um die Fugen in der äusseren Ansicht möglichst rein zu erhalten, hat man auch die Bearbeitung der Steine so ausgeführt, dass nur bis auf etwa 6 bis 8 Zentimeter von der äusseren Stirnfläche ab die Fugen scharf behauen werden, dagegen wird dann der übrige innere Theil der Lagerfläche ganz roh bearbeitet und nur einigermaassen abgeflächt. Nicht selten hat man auch diesen letzteren Theil absichtlich etwas hohl ausgearbeitet, um jede unmittelbare Berührung der Steinflächen hier zu verhindern. Beide Ausführungen sind aber durchaus unzweckmässig und fehlerhaft; denn wenn auch die ganze Fuge mit Mörtel angefüllt ist, so schwindet derselbe nach dem Erhärten im Innern wegen der grösseren Menge doch stärker als an den äusseren Kanten und es hört hier dann jedenfalls die gleichmässige Vertheilung des Drucks über die ganze Lagerfläche des Steins auf, und findet der Druck dann hauptsächlich nur an den äusseren Kanten desselben statt. Da aber hier der Stein an sich die geringste Festigkeit besitzt, so ist die Folge, dass bei Vergrösserung der drückenden Last durch weiteres Aufmauern von Steinen der Stein an solcher Stelle leicht zersprengt wird. Es ist daher dieses Verfahren der Bearbeitung der Steine, wie auch schon erwähnt, ein sehr fehlerhaftes.

Die Quadersteinmauern werden in regelmässigen Schichten aufgeführt und entspricht die Stärke oder Höhe der einzelnen Schichten der Grösse der vorhandenen Quadersteine. Die einzelnen Schichten müssen regelmässig in einer Ebene abgeglichen sein und daher überall gleiche Höhe haben, d. h. für alle Steine einer und derselben Schicht muss die Höhe durchaus einerlei sein; es ist sogar vorzuziehen, dass in einer und derselben Mauer die sämmtlichen Schichten von einerlei Höhe hergestellt werden. Kann dieses letztere aber ohne zu bedeutenden Verlust an Material nicht erreicht werden und ist man dadurch gezwungen, den verschiedenen Schichten verschiedene Höhe zu geben,

so müssen doch immer die sämmtlichen Steine einer und derselben Schicht gleiche Höhe haben, weil, wenn man dieses unberücksichtigt lassen wollte, abgesehen von dem mangelhaften Verbande, den man erhält, hierdurch in der Mauer selbst ein ungleicher Widerstand gegen den darauf wirkenden lothrechten Druck entsteht, indem durch eine solche Unregelmässigkeit herbeigeführt würde, dass mancher Stein für doppelte Schichten nach verschiedenen Höhen bearbeitet werden müsste. Kann man nicht alle Schichten einer aufzuführenden Mauer von gleicher Höhe erhalten, so ist es jedenfalls vorzuziehen, dass man zu den unteren Schichten die stärkeren Steine verwendet, weil diese einen grösseren Widerstand zu leisten fähig sind, als diejenigen von geringerer Stärke.

Die Anordnung der lothrechten Fugen oder Stossfugen in den verschiedenen Schichten ist keineswegs willkürlich, sondern es muss die Eintheilung derselben so gemacht werden, dass die Fugen sich nicht durch zwei oder mehrere auf einander folgende Schichten fortsetzen, wodurch an solcher Stelle nur ein Spalten der Mauer würde befördert werden können. Solche Nachtheile lassen sich aber sehr leicht vermeiden, indem man die Fugen so anordnet, dass sie immer möglichst auf die Mitte der unmittelbar darunter liegenden Steine treffen, wodurch dann auch der gehörige Verband vollständig erhalten wird. Man verwendet die Steine als Läufer und Binder; man kann aber auch, wenn die sämmtlichen Steine, welche in einer Schicht verwendet werden sollen, gleiche Höhe und Länge haben und diese Länge der Stärke der aufzuführenden Mauer gleich ist, die Schicht nur aus Bindern bestehend, herstellen, wo dann zur Erhaltung der gehörigen Abwechslung der Stossfugen an den Ecken hierauf Rücksicht zu nehmen ist, indem hier abwechselnd solche Steine versetzt werden, dass in jeder zweiten Schicht die Fuge des Ecksteins auf die Mitte des zweiten Steins der unmittelbar darunter liegenden ersten Schicht trifft. Die dritte Schicht wird dann wieder der ersten Schicht gleich angeordnet.

Bei Anordnung der Stossfugen hat man gleichzeitig auch Rücksicht auf das Verhältniss der Länge des Steins zu seiner Höhe zu nehmen, und zwar gilt dieses sowol bei den Läufern als auch bei den Bindern. Aber nicht allein die Länge und Höhe des Steins, sondern auch seine Breite ist in Betracht zu ziehen. Dieses ist durchaus notwendig, damit bei einer etwaigen ungleichmässigen Unterstützung eines Steins, die sich trotz aller Vorsicht dennoch nicht immer ganz vermeiden lässt, derselbe nicht gleich unter der auf ihn drückenden Last bricht. Die Erfahrung zeigt, dass, wenn die Höhe der Schichten bestimmt ist, man bei weicheren Steinarten zur Länge höchstens die dreifache Höhe und zur Breite die doppelte Höhe des Steins nehmen darf. Bei harten und festen Steinen nimmt man höchstens die vierfache Höhe des Steins zur Länge und die $2^1/_2$fache Höhe zur Breite. In dieser Grösse werden aber seltener die Steine verwendet, indem man, namentlich wenn die bestimmte Höhe nicht unbedeutend ist, nicht im Stande ist, die Lagerflächen der Steine überall so genau zu bearbeiten und überhaupt die Lagerfugen überall so gleichmässig mit Mörtel auszufüllen, dass eine genügend gleichmässige Unterstützung erreicht wird.

Das Versetzen der Quadersteine ist immer mehr oder weniger mit Schwierigkeiten verbunden, weil einmal, wenn der Stein bereits fertig bearbeitet ist, des besseren Aussehens wegen die äusseren sichtbar bleibenden Kanten notwendig geschont werden müssen, und ferner, weil, wie schon oben näher

auseinander gesetzt wurde, der Stein eine volle Lagerfuge erhalten muss. Um dieses Letztere zu erreichen, muss vor dem Versetzen des Steins in Mörtel genau untersucht werden, ob die obere Lagerfläche der unteren Schicht genau im Winkel mit der Stirnfläche zugerichtet ist, und ebenso, ob die vertikalen oder geneigten Stossfugen gerade Flächen bilden. Zu dem Ende bringt man den Stein erst an die Stelle, wo er versetzt werden soll und prüft dann genau die Richtigkeit seiner Lage mittelst des Lothes, der Setzwage und des Richtscheits. Hat man sich überzeugt, dass der Stein so zugerichtet ist, dass er sich genau an die anliegenden Werkstücke anschliesst, so schreitet man zum wirklichen Versetzen des Steins auf dem Mörtellager, zu welchem Ende der Stein aber erst wieder abgekantet oder abgehoben werden muss. Wenn nun auch durch diese Vorarbeiten mehr Zeit erforderlich wird, so lässt sich dieses, sobald man gute Arbeit haben will, dennoch nicht vermeiden. Der dadurch entstehende Zeitverlust ist in der Wirklichkeit auch nicht so gross, indem das Versetzen des Steins auf dem Mörtellager nach diesen Vorarbeiten dann auch soviel rascher von Statten geht. Man erreicht aber ferner durch diese Vorarbeiten den sehr grossen Vortheil, dass die Ausführung genauer wird, indem die an den einzelnen Steinen sich etwa vorfindenden kleinen Unrichtigkeiten vorher leichter zu beseitigen oder zu verbessern sind, als dieses nachher durch Anwendung stärkerer Mörtelfugen oder durch Unterkeilen geschehen kann. Nachdem nun der Stein gehörig hingepasst und wieder abgehoben ist, wird das Lager ganz gereinigt und stark mit Wasser benetzt und darüber dann eine gleichmässig starke Schicht feinen Mörtels von etwa 1 Zentimeter Dicke ausgebreitet; ebenso wird auch die vertikale Fuge angenässt und mit Mörtel überzogen. Hierauf legt man den Stein wieder auf das zubereitete Mörtellager und sucht ihn durch Anwendung flach zugeschärfter Brecheisen in die richtige Lage zu bringen.

Das Aufbringen des Steins auf das Mörtellager geschieht nun entweder dadurch, dass man denselben auf das Mörtellager vorsichtig herüberkantet, oder denselben mittelst eines Hebezeugs herunter lässt, wo bei letzterer Arbeit dann der Stein während des Austreibens des Mörtellagers in der Schwebe gehalten wird.

Die erstere Art des Versetzens aus freier Hand kann in mehrerlei Weise geschehen. Gewöhnlich legt man, nachdem der Stein wieder aufgekantet und das Mörtellager ausgestrichen ist, an den Kanten herum mehrere hölzerne etwa 2 Zentimeter starke Keile und lässt auf diese den Stein vorsichtig herunter; sobald dann der Stein auf diesen Keilen in seine richtige Stellung geschoben ist, lüftet man mit flach zugeschärften eisernen Stangen den Stein soweit, dass die vorher untergelegten Keile wieder heraus gezogen werden können und der Stein dann auf das volle Mörtellager zu liegen kommt. Sind die zu versetzenden Steine nicht gross, so ist diese Art des Versetzens wol anwendbar; wenn dagegen die Steine gross und schwer sind, so ist diese Art des Versetzens sehr mangelhaft, denn es ist immer sehr schwer zu verhindern, dass beim Ueberkanten des Steins das Mörtellager nicht zerstört werde und kommt es dabei dann nicht selten vor, dass der Stein wieder abgehoben und das Mörtelbett theilweise wieder erneuert werden muss. Ferner aber werden auch beim Ueberkanten und beim Heruntersenken des Steins auf das Mörtelbett, welches nur mittelst untergesteckter eiserner Stangen bewerkstelligt werden kann, die vorderen Kanten des Steins meistentheils und nicht selten sogar sehr stark beschädigt, welches aber dann sehr unangenehm in die Augen

fällt, zumal wenn die Vorderfläche des Steins schon vollständig bearbeitet ist und somit durch ein Nacharbeiten am fertig gestellten Stein diese Beschädigungen nicht wieder zu beseitigen sind.

Wie hieraus nun leicht hervorgeht, hat die Art des Versetzens der Steine aus freier Hand nicht allein sehr viel Unbequemes, sondern, wenn die Steine einigermaassen gross und schwer sind, auch sehr viel Mangelhaftes und ist überhaupt in diesem Falle, wenn das Versetzen der Steine mit der gehörigen Sorgfalt ausgeführt werden soll, was immer geschehen muss, sehr zeitraubend und erfordert ausserdem auch mehr Arbeitskräfte. Es ist daher jedenfalls weit zweckmässiger, sich zum Versetzen der Steine eines Hebezeugs zu bedienen, mittelst dessen man den Stein frei in der Schwebe halten kann und zwar so lange, bis derselbe in die richtige Stellung gebracht ist, wo man ihn dann vollends auf das vorher bereitete Mörtellager herunter lässt. Hierdurch verhindert man, dass einzelne Stellen des Mörtellagers schon vor der Auflage des Steins zerstört werden, wodurch dasselbe von vorne herein eine ungleiche Stärke erhalten würde.

Bei Anwendung einer Windevorrichtung zum Heben und Versetzen der Steine kann man auf verschiedene Art den Stein mit der Windekette verbinden. Die einfachste Art ist, dass man um den Stein eine Stroppe oder ein Kreuztau schlingt, in welches dann der Haken der Windekette eingehakt wird. Diese Vorrichtung hat aber den grossen Nachtheil, dass, wenn der Stein auf das Mörtellager herunter gelassen wird, derselbe erst wieder mit Brechstangen gehoben werden muss, um das umgeschlungene Kreuztau beseitigen zu können. Hierbei wird aber der Stein wieder verschoben, wodurch dann gleichzeitig auch wieder ein ungleicher Druck auf das Mörtellager entsteht; es werden daher bei dieser Vorrichtung die oben beregten Nachtheile keineswegs gehoben.

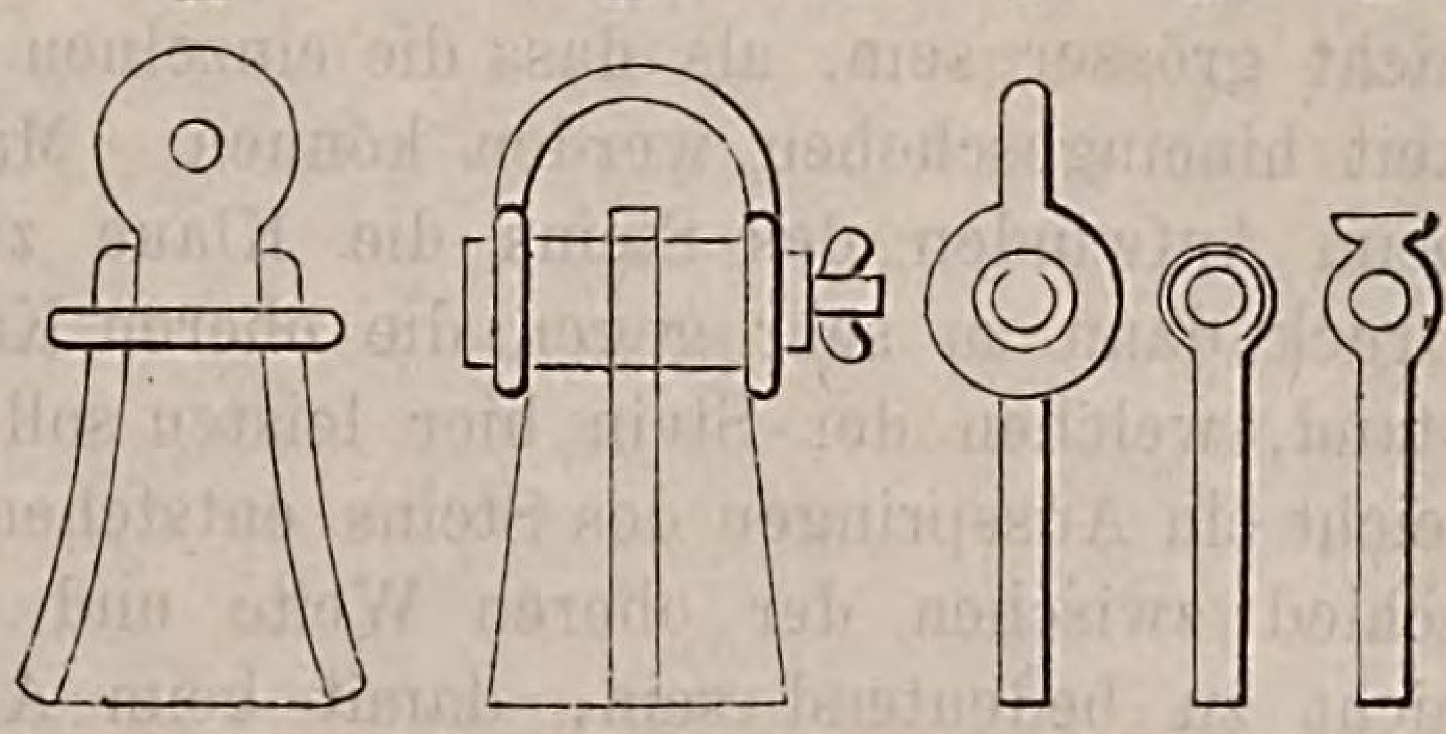
Vortheilhafter und jedenfalls weit zweckentsprechender sind dagegen solche Einrichtungen, welche es gestatten, den Stein unmittelbar auf das Mörtelbett zu versetzen und eignet sich hierzu ganz besonders die sogenannte „Steinklaue“ oder „Scheere“, welche den Stein nur in seiner oberen Lagerfläche fasst. Damit die Steinklaue aber den Stein gehörig hält und derselbe beim Heben auch gleichzeitig diejenige Lage annimmt, in welcher er versetzt werden soll, muss die Klaue so angebracht werden, dass die Verbindungslinie zwischen dem Aufhängepunkt und dem Schwerpunkt des Steins in die Richtung des Loths fällt.

Das Loch, in welches die Steinklaue eingreift, muss je nach der Beschaffenheit und Schwere des Steins eine Tiefe von mindestens 15 bis 20 Zentimeter erhalten, weil sonst die Ränder des Lochs zu leicht ausspringen würden. Das Loch wird lothrecht in den Stein eingearbeitet und nur die beiden schmalen Seitenflächen werden schräg ausgearbeitet und zwar in der Weise, dass das Loch nach dieser Richtung hin sich nach unten erweitert. Diese schrägen Seitenflächen des Steinlochs, gegen welche die Backen der Steinklaue sich anlegen, müssen möglichst eben ausgearbeitet werden, damit beim Heben des Steins nicht einzelne hervorragende Theile dieser Seitenflächen einen stärkeren Druck erleiden, wodurch sehr leicht ein Ausspringen des Steins und in Folge dessen ein Herabfallen desselben aus der Winde herbeigeführt werden könnte. Um aber dieser Gefahr möglichst vorzubeugen, da auch bei möglichst genauer Ausarbeitung des Klauenloches immer noch kleine Unebenheiten sich vorfinden, so werden, nachdem die Klaue richtig eingesetzt ist, die vorhandenen Zwischenräume zwischen Eisen und Stein mit feinem ganz trocknen

Sande oder Steinmehl ausgefüllt, wodurch dann die Unebenheiten, wenigstens zum grossen Theil, ausgeglichen werden, so dass jedenfalls die vollen Flächen mehr zum Tragen kommen.

In beistehenden Figuren 101 A—E sind zwei verschiedene Steinklauen dargestellt, von denen jedoch die in A dargestellte Klaue wegen der grösseren Einfachheit unbedingt den Vorzug verdient.

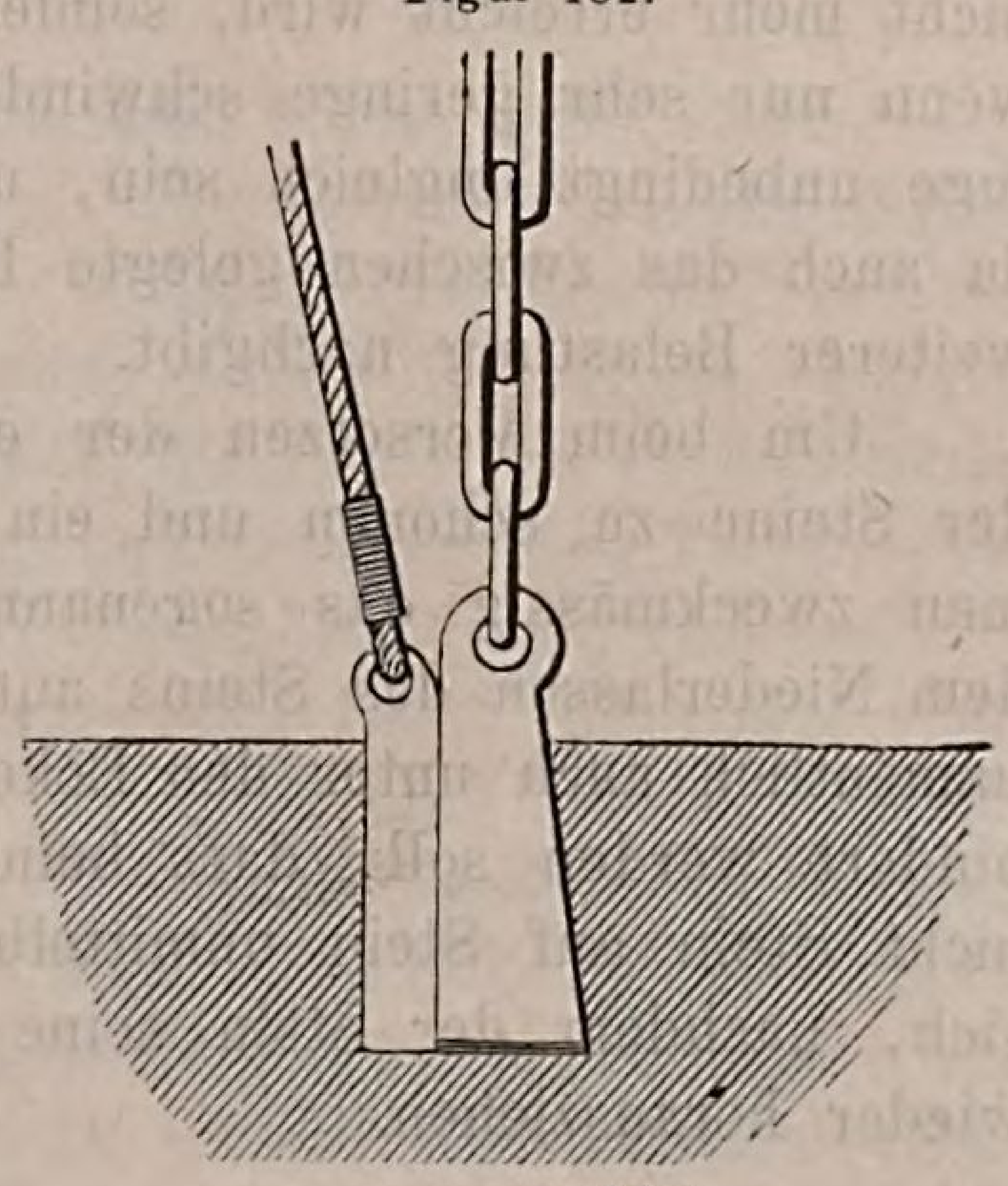
Figur 101.



Bei Anwendung der in Figur A dargestellten Steinklaue werden die beiden äusseren Backenstücke herausgenommen und wird zuerst das Mittelstück, an welchem der Kettenring befindlich ist, in das vorbereitete Loch eingeschoben; hierbei muss aber der Querring, welcher das Mittelstück mit den beiden Backenstücken später zusammen hält, auf dem Mittelstücke stecken bleiben. Darauf werden dann die beiden Backenstücke einzeln in den Querring wieder eingeschoben und durch einiges Auf- und Niederrütteln oder auch durch einige leichte Schläge mit dem Hammer schieben sich die einzelnen Stücke dann leicht in ihre gehörige Lage. In dem Mittelstück ist, wie auch schon angedeutet, am oberen Ende ein starker Ring angebracht, in welchem die Kette oder das Windetau befestigt wird. Beim Anziehen des Windetaues wird nun das Mittelstück gehoben, und weil dasselbe nach unten hin breiter ist, presst es gegen die beiden Seitenbackenstücken, welche sich dann fest gegen die Seitenflächen des nach unten hin verbreitert eingehauenen Loches in den Stein legen.

Bei Anwendung der in B dargestellten Steinklaue wirken die beiden Seitenbackenstücke mit ihrer keilförmig nach unten verbreiterten Gestalt ebenfalls unmittelbar auf die schräg eingehauenen Seitenflächen des Steinlochs, weil diese Seitenbackenstücke aber gleichzeitig mit gehoben werden, so theilt sich jede Erschütterung die während des Aufwindens oder Niederlassens des eingehängten Steins entsteht, durch die Steinklaue unmittelbar dem Steine mit und wirkt somit direkt auf die Seitenflächen des Steinlochs, wodurch aber jedenfalls leichter ein Ausspringen des Steins zu befürchten ist, wogegen bei der in Figur A dargestellten Steinklaue diese Wirkung sich zunächst den Backenstücken der Klaue mittheilt und durch diese dann erst dem Steine mitgetheilt wird, sodass also hier nicht eine unmittelbare oder direkte Wirkung stattfindet.

Figur 102.



In beistehender Figur 102 ist eine Steinklaue dargestellt, welche ihre Anwendung findet, wenn Steine unter Wasser versetzt werden sollen.

Hierbei wird das Klauenloch in dem Steine nur an einer Seite nach unten hin erweitert, dagegen wird die andere Seite winkelrecht herunter gearbeitet. Hat der Stein dann beim Versetzen seine richtige Lage erhalten, so stösst man die schräge Seitenbacke, an welcher der Ring zum Einhaken

der Windekette befestigt ist, nieder, wodurch die dahinter gesteckte gerade Seitenbacke etwas gelüftet wird und dann leicht mittelst einer daran befestigten Leine herausgezogen werden kann, in Folge dessen dann der übrige Theil der Steinklaue ebenfalls gelöst und wieder herausgezogen wird.

Was die Weite des Lochs zu einer Steinklaue betrifft, so darf dieselbe nicht grösser sein, als dass die einzelnen Theile der Steinklaue ohne Schwierigkeit hineingeschoben werden können. Macht man das Loch zu weit, so wird beim Aufwinden des Steins die Klaue zu weit herausgezogen und wirkt der Druck dann zu sehr gegen die oberen Kanten des Lochs, wo aber der Widerstand, welchen der Stein hier leisten soll, bedeutend schwächer wird und sehr leicht ein Ausspringen des Steins entstehen kann. Ebenso darf auch der Unterschied zwischen der oberen Weite und der unteren Weite des Klauenloches nicht zu bedeutend sein, damit beim Aufwinden des Steins die entstehende Pressung gegen die Seitenflächen des Loches sich nicht zu sehr der vertikalen Richtung auf diese nähert, sondern eine der horizontalen Richtung sich nähernde grössere Seitenpressung erhalten wird, wodurch die Gefahr des Ausspringens des Steins bedeutend mehr gehoben wird.

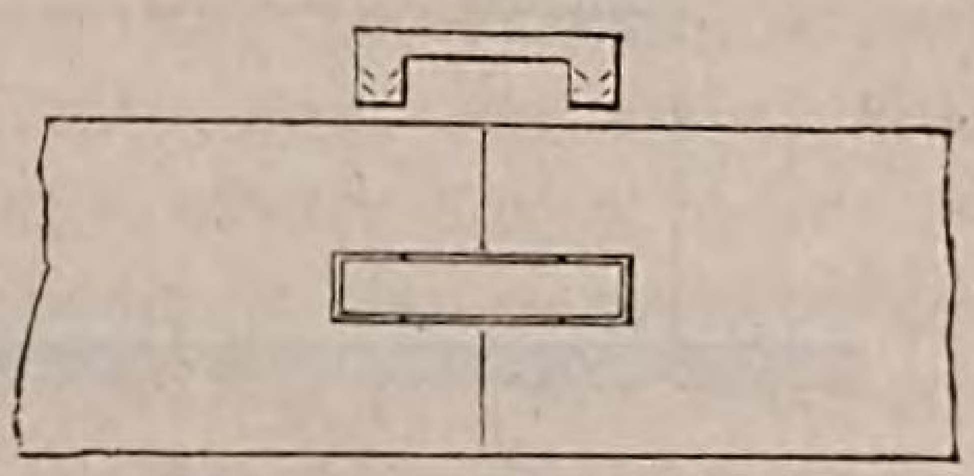
Was das Versetzen der einzelnen Steine betrifft, so ist es jedenfalls ein sehr fehlerhaftes Verfahren, wenn man die Ungleichheiten im Lager des Steins durch untergelegte hölzerne oder eiserne Keile auszugleichen und dem Steine dadurch ein festeres Lager zu geben sucht. Bei einer solchen Art des Versetzens erleiden immer nur diejenigen Stellen, wo die Keile untergelegt sind, den hauptsächlichsten Druck, wo dagegen die übrige Fläche wenig oder fast gar keinen Druck weiter erleidet und es treten dann sehr leicht die nachtheiligen Folgen ein, dass bei einer grösseren Last die einzelnen Steine zersprengt werden.

Die Ungleichheiten des Lagers hat man auch durch zwischengelegte Bleikugeln auszugleichen gesucht, die sich durch das Gewicht des Steins und der Belastung darüber, aber allmälig platt drücken. Das Blei gibt im ersten Augenblick, wo es notwendig ist, nicht soviel nach, dass der Stein den zwischengelegten Mörtel genügend zusammendrückt; sondern nur erst bei weiterer Belastung werden diese Bleikugeln noch mehr platt gedrückt; alsdann hat aber der Mörtel gewöhnlich schon eine solche Konsistenz gewonnen, dass der beabsichtigte Zweck, nämlich alle Unebenheiten der Lagerflächen der beiden auf einander liegenden Steine vollständig mit Mörtel auszufüllen und dadurch dem oberen Stein ein gleichmässiges festes Lager zu verschaffen, nicht mehr erreicht wird, sondern es wird, da der Mörtel beim Erhärten auch, wenn nur sehr geringe schwindet, die weitere Zusammenpressung der Lagerfuge unbedingt ungleich sein, und zwar wird dieses um so mehr stattfinden, da auch das zwischen gelegte Blei nicht in dem gleichen Maasse, selbst bei weiterer Belastung nachgibt.

Um beim Versetzen der einzelnen Steine die äusseren scharfen Kanten der Steine zu schonen und ein Abspringen derselben zu verhindern, wendet man zweckmässig das sogenannte Dach- oder Rollenblei an, indem man vor dem Niederlassen des Steins auf das Mörtellager an den vorderen Kanten und namentlich auch unter den Ecken schmale Bleistreifen legt, wodurch nur verhindert werden soll, dass beim Hinschieben des Steins in die richtige Lage, nicht Stein auf Stein unmittelbar treffen. Diese dünnen Bleistreifen lassen sich, nachdem der Stein seine richtige Lage erhalten hat, mit Leichtigkeit wieder herausziehen.

Um die Steine nach dem Versetzen in den einzelnen Schichten noch fester mit einander zu verbinden, als dieses durch ihre eigene Schwere schon erreicht wird, wendet man häufig eiserne Klammern an, die in die Steine eingelassen werden. Diese Klammern werden an ihren Enden hakenförmig umgebogen und diese Haken alsdann eingezackt. Diese Haken greifen in die Steine in dazu hergerichteten Löchern ein und werden sie in diesen mit Blei oder Zement oder auch mit Schwefel vergossen. Auch verwendet man wol zum Vergiessen den Gips. Sowol der Schwefel als auch der Gips sind beide gleich untauglich zum Vergiessen, weil beide Theile nachtheilig auf das Eisen einwirken und in dem Falle, wenn Feuchtigkeit darauf einwirkt oder das Wasser mit dem Eisen in Berührung treten kann, die Oxydation dieses letzteren noch im hohen Grade befördert wird. Der Gips hat aber ferner noch die nachtheilige Eigenschaft, dass er unter Zutritt von Feuchtigkeit wieder ganz aufweicht und vollständig schmierig wird. Der Zement ist dagegen sehr vortheilhaft anzuwenden. Das Blei ist aber jedenfalls das beste Material zum Vergiessen solcher Klammern, namentlich in solchem Falle, wo es darauf ankommt, grosse Festigkeit zu erlangen, indem dasselbe beim Erkalten sich zusammenzieht und dadurch das Eisen fest umschliesst. Um das Blei nach dem Erkalten auch an die Steinflächen des Klammerloches anschliessend zu erhalten, treibt man es mit einem stumpfen Meissel mittelst einiger Schläge darauf, aus einander. Um ein Ausziehen der eingegossenen Bleimasse aus dem Klammerloche zu verhindern, muss dasselbe nach unten hin etwas erweitert werden.

Figur 103.



In nebenstehender Figur 103 ist die Anordnung solcher Klammern dargestellt. Die Klammer selbst wird um ihre Dicke in den Stein vertieft, damit keine Vorragungen entstehen, die beim Höherführen der Mauer nur nachtheilig wèrden würden.

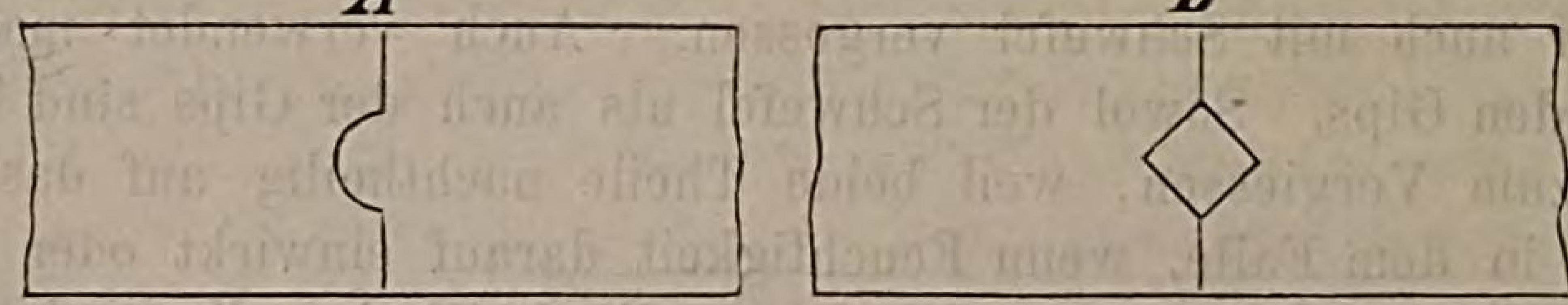
Statt dieser Klammern hat man sich auch langer eiserner Schienen bedient, die über mehrere Steine jedesmal reichen und auf der oberen Lagerfläche der Schicht in die betreffenden Steine ihrer ganzen Länge nach um ihre Dicke eingelassen werden. Jeder Stein, über welcher die Schiene reicht, erhält in der Mitte ein vertikales Loch, welches auf das in der Schiene eingeschlagene trifft; durch die Schienenlöcher werden dann eiserne Zapfen gesteckt, die in die zugehörigen Löcher in den Steinen passen und darin vergossen werden.

In vollem Gemäuer und zumal, wenn die äusseren Steine nicht besonderen Widerstand gegen äusseren Stoss zu leisten haben, sind diese Verklammerungen und Verankerungen im Allgemeinen mehr oder weniger überflüssig. In der oberen Steinschicht dagegen und namentlich, wenn solche frei bleibt, sodass also dieselbe als Deckschicht oder als Deckplatten dient, ist die Veranlassung zur Trennung der einzelnen Steine viel häufiger und ist hier eine Verbindung der einzelnen Steine mit einander oder doch eine solche Anordnung erforderlich, wodurch das Ausweichen der einzelnen Steine aus ihrer Lage verhindert oder doch wenigstens sehr erschwert wird. Dieses geschieht nun entweder durch Anwendung eiserner Klammern oder Schienen, wie oben beschrieben wurde, oder man kann auch die einzelnen Steine durch einen künstlichen Fugenschnitt in einander greifen lassen, damit ein Stein, welcher vielleicht lose geworden ist, noch immer durch die beiden anliegenden Steine in seiner Lage erhalten wird.

In nachstehender Figur 104 A ist ein solcher Fugenschnitt angedeutet. Statt eines solchen Fugenschnitts, womit immer sehr bedeutender Materialverlust verbunden ist, kann man sich auch der sogenannten Steindübel bedienen, die man zwischen je zwei Steinen einsetzt, wie in Figur B angedeutet ist.

Figur 104.

A B

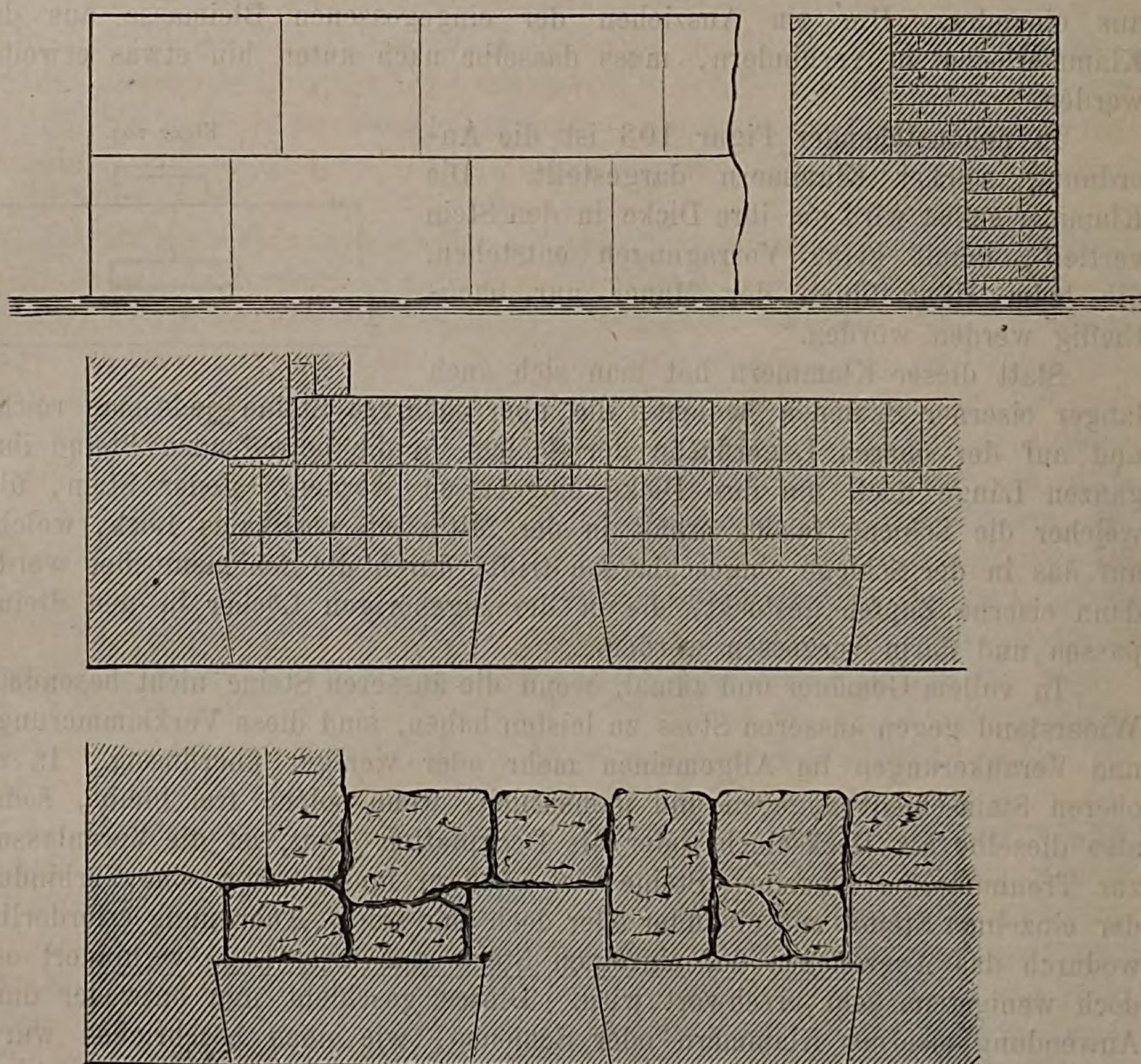


Von solchen Mauern, die ganz aus regelrecht behauenen Werksteinen aufgeführt werden, macht man im Allgemeinen nur sehr wenig, fast gar keine Anwendung. In den meisten Fällen, wo man von diesen Steinen Anwendung macht, benutzt man sie zur Verkleidung der äusseren Flächen von Mauern, die entweder von gebrannten Mauerziegeln oder von Bruchsteinen aufgeführt werden sollen.

In den nachstehenden Figuren 105 A B C D sind diese Fälle näher dargestellt.

Figur 105.

A B C D



Zur Herstellung des Verbandes der äusseren Verkleidung mit Werkstücken ist es zunächst notwendig, dass dieselbe in regelmässigen Schichten angeordnet

werde und zwar so, dass alle Steine einer und derselben Schicht gleiche Höhe erhalten. Ferner aber hat man auch darauf Rücksicht zu nehmen, dass diese äussere Steinverkleidung nicht nur für sich sowol nach lothrechter als auch nach horizontaler Richtung gehörig im Verbande hergestellt werde, sondern dass gleichzeitig diese Verkleidung auch mit der Hintermauerung in gehörigem Verbande aufgeführt werde, damit nicht zwei getrennte Mauern entstehen.

Es ist daher jede einzelne Schicht der äusseren Verkleidung so einzutheilen, dass sie abwechselnd aus Läufern und Bindern bestehe, und zwar in der Art, dass zwischen je zwei Bindern, welche in die Hintermauerung tiefer hineinreichen, stets ein Läufer gelegt wird. Um ein Herausfallen oder Ausschieben dieser Läufer zu verhindern, werden die Kopfenden derselben schräg behauen in der Art, dass sie an ihrer äusseren Fläche um etwa 9 bis 10 Zentimeter kürzer sind, als an der hinteren Fläche. Diesem entsprechend werden an den Seiten der Kopfenden der Binder ebenfalls Falze ausgearbeitet, jedoch so, dass beim späteren Einsetzen der Läufer die vordere Stossfuge immer eine vertikale Linie bildet. Diese Anordnung ist in den beistehenden Figuren näher dargestellt und daraus das Nähere leicht zu entnehmen. In seltneren Fällen findet man auch die Anwendung von Steindübeln, wie in den vorhergehenden Figuren 104 A B angedeutet ist, wodurch zwar unbedingt an Steinmaterial gespart wird, indem hierbei die Kopfenden der Läufer nicht abgeschrägt zu werden brauchen, sondern stumpf gegen die Bindersteine gestossen werden können; allein diese letztere Verbindung der Steine unter sich mit Dübeln ist keineswegs zweckmässig und verhindert durchaus nicht in dem erforderlichen Maasse ein möglicherweise stattfindendes Ausweichen der Läufer, weil hier die Verbindung nur an der oberen Fläche der Steine und im Verhältniss nur wenig tief reichend stattfindet, oder man müsste die Länge der Dübel über die ganze Steinhöhe verlängern, welches aber auch wieder einen nicht unerheblichen Kostenaufwand erfordern würde. Unbedingt viel zweckmässiger ist die in obigen Figuren dargestellte Verbindung der Steine unter einander, bei welcher der Läufer in seiner ganzen Höhe mit der abgeschrägten Stirnfläche in die ausgeschnittene Seitenfläche des Binders eingreift.

Bei dieser Anordnung von Läufern und Bindern darf man aber nicht ausser Acht lassen, dass die Länge der Steine und namentlich die der Läufer in richtigem Verhältniss zu ihrer Höhe und Breite stehe, damit bei einer etwaigen entstehenden Ungleichmässigkeit des Drucks, die hier um so eher stattfinden kann, wenn die Hintermauerung nicht mit grosser Sorgfalt ausgeführt wird, die Steine eine genügende Festigkeit haben und nicht gleich brechen.

Was die Ausführung einer solchen Mauer betrifft, so ist darüber Folgendes zu bemerken.

Zuerst wird die äussere Verkleidung von Werkstücken und zwar eine Schicht nach der ganzen Länge der Mauer versetzt, und wie bereits erwähnt, abwechselnd Binder und Läufer. Das Versetzen der einzelnen Steine einer solchen Schicht muss mit derselben Sorgfalt ausgeführt werden, wie oben bereits bei Ausführung von Mauern, die ganz aus Werkstücken bestehen, erwähnt wurde; denn man kann den grössten Nachtheil dadurch herbeiführen, wenn man hier sorglos verfährt und den einzelnen Steinen durch eine stärkere Lagerfuge und durch Unterschieben von Holz- oder Eisenkeilen ein festeres Lager geben will. Ist etwas derartiges erforderlich, so kann dieses hier nur durch Anwendung schieferartiger Steinzwicken, die in den vollen Mörtel und zwar in der ganzen Ausdehnung der Lagerfläche des Steins eingeschoben, er-

reicht werden. Unbedingt besser ist es aber die einzelnen Steine gehörig regelmässig zu bearbeiten. Ist nun eine solche Schicht der äusseren Verkleidung versetzt, so wird dieselbe hintermauert. Diese Hintermauerung muss aber auch mit grosser Vorsicht ausgeführt werden und darf man hierbei namentlich keine zu starke Fugen anwenden, zumal diese Hintermauerung schon wegen der bedeutend grösseren Menge von Mörtelfugen eine weit stärkere Tendenz zum Setzen hat, als die äussere Steinverkleidung. Um ein solches Setzen der Hintermauerung, welches, wie weiter unten noch näher angeführt werden soll, höchst nachtheilig ist, möglichst zu vermeiden, ist es zunächst notwendig, dass zum Vermauern ein schnell und stark bindender Mörtel verwendet und ferner, dass die Hintermauerung mit nicht zu starken, aber durchaus vollen Lagerfugen aufgeführt werde. Ebenso muss auch die Hintermauerung überall mit dichten und vollen Fugen an die Wandflächen der Steinverkleidung sich anschliessen. Ehe man beim Versetzen der nächstfolgenden Schicht der äusseren Verkleidung wieder anfängt, muss die vorhergehende Schicht vollständig hintermauert und abgeglichen sein. Bei dieser zweiten Schicht wird nun der Fugenschnitt so angeordnet, dass jedesmal ein Binder derselben möglichst auf die Mitte eines Läufers der nächst unteren Schicht trifft. Die Binder dieser neuen Schicht liegen dann mit ihrem vorderen Theil auf der äusseren Werksteinschicht, dagegen mit ihrem hinteren Theil auf der Hintermauerung. Bei der hierauf folgenden dritten Schicht treffen die Binder lothrecht über die wieder der ersten Schicht, sodass auch in dieser Schicht die Binder vorn auf der Werksteinschicht ruhen, dagegen mit ihrem hinteren Ende stets auf der Hintermauerung zu liegen kommen. Ist die Hintermauerung nicht mit grosser Vorsicht ausgeführt und entsteht daraus ein Zusammensetzen derselben, indem die Mörtelfugen durch die Last des darüber weiter aufgeführten Mauerwerks noch zusammengedrückt werden, so folgt leicht, da die Werksteinschichten wegen der bedeutend geringeren Anzahl von Fugen sich nicht weiter setzen können, dass die durchstreckenden Binder einen sehr ungleichen Druck erleiden und zwar in der Art, dass die Hintermauerung in Folge des stärkeren Setzens auf den durchstreckenden Theil des Binders drückt und derselbe dadurch das Bestreben erhält, die Werksteinschichten an der äusseren Seite zu heben, wenigstens dahin zu wirken, dass die Lagerfugen derselben sich öffnen. Dieser Nachtheil wird aber dadurch noch viel bedeutender, dass mit diesem Niederdrücken des auf der Hintermauerung liegenden Theils des Binders gleichzeitig auch eine Lostrennung der äusseren Werksteinverkleidung von der Hintermauerung hervorgebracht wird, und hierdurch dann namentlich die Läufersteine in den einzelnen Schichten lose werden.

Um diesen sehr erheblichen Nachtheilen vorzubeugen, hat man, da die Binder der ersten und dritten, sowie der zweiten und vierten Schichten u. s. w. immer lothrecht über einander treffen, zwischen den über einander treffenden Bindern und zwar an ihrem hinteren Ende Werksteinplatten von derselben Höhe, wie diejenige der Binder lothrecht aufgestellt und dieselben beim Hintermauern gehörig und vollständig dicht ummauert. Durch diese Anordnung wird der oben beregte Nachtheil, dass durch das sich zusammendrückende Mauerwerk die durchstreckenden Enden der Binder ebenfalls mit heruntergedrückt werden, jedenfalls erheblich verringert, indem hierdurch die Binder eine nicht weiter nachgebende Unterstützung an ihrem hinteren Ende erhalten und demnach die Hintermauerung sich setzen kann, ohne in der oben angedeuteten Beziehung wesentlich nachtheilig einzuwirken. Aber auch selbst bei dieser

Anordnung darf man die oben gegebenen Vorschriften in Betreff der Hintermauerung keineswegs ausser Acht lassen, damit nicht eine Trennung der aus verschiedenen Materialien aufgeführten Mauern entsteht.

Die Hintermauerung wird entweder aus Ziegelsteinmauerwerk oder aus Bruchsteinen hergestellt. Eine Hintermauerung mit Feldsteinen ist ganz unzulässig, weil eine solche mit der äusseren Verkleidung gar nicht oder doch nur sehr mangelhaft würde in Verband gebracht werden können. Dieser Umstand würde aber hier nur um so mehr hervortreten, da eine solche aus Feldsteinen hergestellte Mauer an und für sich schon ohne hinreichenden Verband ist.

Das Ziegelsteinmauerwerk verdient hier jedenfalls den Vorzug, vorausgesetzt, dass nur tüchtiges Material dazu verwendet wird. Einmal lässt dasselbe einen weit regelmässigeren Verband zu als das aus Bruchsteinen hergestellte Mauerwerk und ferner ist der Nachtheil, dass dasselbe sich von der äusseren Verkleidung in Folge etwaigen Setzens trenne, weniger zu befürchten, wenn es mit gehöriger Vorsicht und unter Anwendung von tüchtigem und stark bindenden Mörtel gemauert wird. Das Ziegelsteinmauerwerk ist aber ferner bei Anwendung der zwischen den über einander liegenden Bindern aufzustellenden Werksteinplatten vortheilhafter und zweckmässiger, weil man jedenfalls im Stande ist, damit ein dichteres und volleres diese Platten ganz umschliessendes Mauerwerk in Verband herzustellen. Bei Anwendung von Bruchsteinmauerwerk müssen die vorhandenen Zwischenräume mehr oder weniger mit kleineren und unregelmässigen Steinstücken und mit Mörtel ausgefüllt werden, sodass dasselbe dann nichts weiter als Füllmauerwerk ohne wesentlichen Verband ist, welches aber weit eher eine Lostrennung der äusseren Verkleidung von der Hintermauerung zulässt. Es ist daher unter allen Umständen eine Hintermauerung mit Ziegelsteinen derjenigen mit Bruchsteinen vorzuziehen. (S. Figur 5).

§ 31. Die Bogen aus Hau- oder Schnittsteinen.

Die Bogen aus Hau- oder Schnittsteinen werden ebenfalls aus einer ungleichen Anzahl von Bogen- oder Wölbsteinen hergestellt und gelten hier in Beziehung auf Verzeichnung der Bogenlinien, sowie Anordnung und Ermittelung der Zentralfugen bei den verschiedenen Bogenlinien ganz dieselben Vorschriften, wie solche in § 24 bei den Bogen aus Ziegelsteinen näher angeführt wurden.

Was die Ausführung der Bogen aus Hau- oder Schnittsteinen betrifft, so muss dazu immer ein härterer Stein genommen werden, der hinsichtlich seiner rückwirkenden Festigkeit so fest ist, dass der Schlussstein des Bogens der Pressung beider gegen ihn drückenden Gewölbe- oder Bogenschenkel nicht allein vollständig Widerstand zu leisten im Stande ist, sondern auch ausserdem noch einen hinreichenden Ueberschuss an Widerstandskraft besitzt, um für alle Fälle späterer Belastung auch volle Sicherheit zu gewähren. Die Stärke der einzelnen Gewölbsteine nimmt man nicht unter 28 Zentimeter an, einmal, um die grössere Anzahl von Fugen zu vermeiden, weil dieselben unter allen Umständen weniger zur Festigkeit des Bogens beitragen und weil sie, da eine genaue Bearbeitung derselben durchaus notwendig ist, einen erheblich grösseren Aufwand an Arbeitslohn verursachen würden; ferner aber auch, weil eine geringere Dicke der Steine jedenfalls der rückwirkenden Festigkeit der-

selben nachtheilig sein würden. Die Steine eines Bogens müssen immer von möglichst gleicher Breite sein und ebenso müssen die Fugen an der Stirnfläche des Bogens stets in der ganzen Stärke desselben durchlaufend sein und zwar in paralleler Richtung mit den Widerlagern, sodass nach Einsetzung des Schlusssteins des Bogens und nach Wegnahme des Lehrgerüstes keine ungleiche Pressungen dadurch in dem Bogengemäuer veranlasst werden können. Diese Vorschrift wegen der durchlaufenden oder rechtwinklich auf die Stirnfläche des Bogens gerichteten Fugen bezieht sich selbstredend nur auf gerade Gewölbebogen; bei schiefen Bogen kann diese Vorschrift keine Anwendung finden, weil dabei ein ganz anderer Fugenschnitt zur Anwendung kommt und die Fugenrichtungen wol senkrecht auf die Stirnfläche stossen, aber durchaus nicht parallel mit den Widerlagern sind.

Die Bogenschenkel müssen gleichzeitig und gleichmässig aufgeführt werden, sodass die Anzahl der vermauerten Schichten zu beiden Seiten des Schlusssteins immer gleich ist, weil sonst eine ungleiche Pressung auf das Lehrgerüst entsteht und dadurch sehr leicht ein Verschieben desselben veranlasst werden kann, welches hier aber um so nachtheiliger wirken würde, weil man nicht durch eine etwa stärkere Kalkfuge die dadurch entstehenden Nachtheile verringern kann, zumal überhaupt hier der Mörtel keinen andern Zweck hat, als nur die Fugen auszufüllen, um die Unebenheiten der gegen einander liegenden Steinflächen möglichst auszugleichen. Es muss daher bei der Zusammensetzung eines Bogens stets mit grosser Aufmerksamkeit verfahren werden, und namentlich ist auf eine genaue und richtige Bearbeitung der Fugen zu achten, auch dass in den Fugenflächen nicht einzelne Vorragungen vorhanden bleiben, die bei der später eintretenden Pressung des Bogens sehr leicht Veranlassung zum Zersprengen der einzelnen Steine werden können. Die Zentralfugen müssen, wie auch schon in § 24 angeführt wurde, stets normal auf die Bogenlinie zu stehen kommen; dasselbe findet auch bei den scheitrechten Bogen statt, wo aber dann nicht die untere wagerechte den Bogen begrenzende Linie als Bogenlinie anzunehmen ist, sondern diejenige flache Bogenlinie, welche, wie schon oben bei den scheitrechten Bogen aus Ziegelsteinen (§ 24) angeführt wurde, der Fugenzeichnung des Bogens zu Grunde gelegt wird.

Hinsichtlich der erforderlichen Lehrbogen gelten im Allgemeinen dieselben Vorschriften, welche bei den Lehrgerüsten zu Ziegelsteinbogen angegeben sind, jedoch müssen die Lehrbogen hier eine grössere Stärke erhalten, damit sie der grösseren Belastung für die Zeit der Ausführung hinreichenden Widerstand zu leisten fähig sind. Eine Verschalung wird hier ebenfalls angewendet und zwar besteht diese hier entweder aus starken Latten oder aus vierkantigen sogenannten Stollenhölzern, welche der Quere nach über die Lehrbogen gelegt werden. Auf die Stärke der anzuwendenden Schalhölzer, welche bei einem Bogen immer von gleicher Stärke sein müssen, ist bei Herstellung der Lehrbogen selbstredend Rücksicht zu nehmen und zwar müssen dann die Bogen soviel kleiner gemacht werden, dass sie später mit Einschluss der Verschalung die richtige Bogenlinie ausmachen. Die Schalhölzer werden hier nicht dicht neben einander gelegt, sondern man legt unter jeden Gewölbestein ein höchstens zwei Schalhölzer und zwar so, dass die innere Laibungsfuge ganz frei liegt und man während der Arbeit immer zu derselben gelangen kann.

Was nun die weitere Ausführung, nämlich das Versetzen der Gewölbesteine betrifft, so können bei denjenigen Bogen, welche 180 Grad enthalten, die ruhenden Lagen der Wölbsteine oder die Anfänge des Gewölbes noch auf

ein vollständiges Mörtelbett versetzt werden. Bei den folgenden Schichten aber, die zu ihrer Unterstützung schon eines Lehrgerüstes bedürfen, hört dieses auf und man versetzt dann die Wölbsteine trocken und zwar reihenweise nach der Breite des Bogens auf die Schalhölzer und richtet sie, wo es erforderlich ist, durch auf die Schalhölzer untergelegte Keilchen so, dass sie genau in die schon vorher bestimmte Lage zu liegen kommen. Damit es aber möglich wird, nach dem Schlusse des Bogens die Fugen mit Mörtel auszufüllen, so werden beim Versetzen der Steine zwischen dieselben dünne, etwa 3 bis höchstens 5 Millimeter starke Holzkeilchen von weichem Holze in die Fugen eingelegt, die von dem äusseren Rand der Steine um etwa 2 bis 3 Zentimeter entfernt zurück liegen, welches letztere erforderlich ist, damit nach Wegnahme der Rüstung und bei dann erfolgten Eintritt der Pressung die Steine an ihren schwächsten Stellen, den äusseren Kanten, keinen ungleichen Druck erleiden und dadurch Veranlassung entsteht, dass die Steine an ihren äusseren Kanten abgesprengt werden. Statt der Holzkeilchen lässt sich aber noch vortheilhafter das Dach- oder Rollenblei verwenden, indem dieses in schmale Streifen geschnitten und in doppelter Lage in die Fugen eingelegt wird. Nachdem sämmtliche Steine in vorbezeichneter Weise versetzt sind, werden die Fugen äusserlich mit Werg oder einem anderen dazu tauglichen Material gedichtet und hierauf werden dann dieselben mit einem stark und schnell bindenden Gussmörtel ausgegossen. Da aber der so eingegossene Mörtel beim Binden schwindet und demnach die Fugen nicht vollständig würden ausgefüllt werden, so muss man, um eine zu starke Volumenverminderung zu verhindern, sobald der Mörtel zu binden anfängt, denselben mit einer langen gezahnten Kelle einstreichen und dann auf's Neue wieder Mörtel nachgiessen. Dieses Verfahren muss so häufig wiederholt werden, als es notwendig erscheint und die Fugen genügend dicht gefüllt sind.

Die Verwendung des Gipses zu diesem Zwecke ist, wenn auch der Gips die Eigenschaft besitzt, beim Binden sich auszudehnen und somit die Fugen vollständiger auszufüllen, dennoch im höchsten Grade unzulässig und in keiner Weise zu empfehlen; denn wenn der Gips auch anfänglich bindet und scheinbar hart wird, so ist dieses doch nur für eine kurze Dauer, indem, sobald die Feuchtigkeit der Steine auf den Gips wirkt und dieser überhaupt der Einwirkung der trockenen Luft entzogen ist, derselbe vollständig wieder aufgelöst und dann weich und schmierig wird. Am vortheilhaftesten ist zum Ausfüllen der Fugen der Zementmörtel mit einem geringen Zusatz von Kalk, und zwar desshalb, weil durch den geringen Zusatz von Kalk der Mörtel zum Einstreichen tauglicher wird und demnach auch die Ausfüllung der Fugen vollständig erreicht werden kann.

Wie schon oben angeführt, müssen die einzelnen Gewölbe- oder Bogensteine möglichst genau bearbeitet werden, und sind nach der Breite des Bogens in einer Schicht mehrere Steine erforderlich, so müssen dieselben sämmtlich von gleicher Dicke und genau nach einer Schablone bearbeitet sein; es würde aber höchst fehlerhaft sein, wenn man nur in den äusseren Steinschichten des bessern Aussehens wegens dieses Verfahren anwenden wollte, dagegen im Innern des Bogens zur Kostenersparung die Fugen weniger genau bearbeiten und die dadurch entstehenden weiteren Fugen mit Steinzwickeln oder dünnen Schieferplatten und Mörtel ausfüllen wollte. Bei kleineren Bogen würden die Nachtheile solcher fehlerhaften Konstruktionen zwar nicht so bedeutend hervortreten, aber in desto grösserem Maasse würde dieses bei grösseren Bogen der

Fall sein und würde hierdurch sehr leicht deren Einsturz herbeigeführt werden können. Ferner ist aber auch zu berücksichtigen, dass, wenn nach der Breite in einer Schicht mehr Steine erforderlich sind, diese mit den Steinen der anliegenden Schichten in gehörigen Verband versetzt werden müssen, weil sonst sehr leicht eine Trennung nach der Länge des Bogens stattfinden kann. Ebenso darf auch nicht unberücksichtigt bleiben, dass wenn die Länge der zu verwendenden Steine für die Stärke der Höhe der Gewölbe oder Bogen nicht ausreichen sollte und sonach mehrere Bogen in einer Schicht über einander angewendet werden müssen, auch nach dieser Richtung hin ein vollständiger Verband eingehalten werden muss, und würde es jedenfalls sehr fehlerhaft sein, wenn man die oberen Lagen dann wieder aus mehreren dünneren Steinen, also diese aus mehr Schichten als die unterste Lage bestehen lassen wollte. Die Steine dieser oberen Lagen müssen immer eine solche Stärke erhalten, dass ihre Fugenflächen jedesmal genau mit den Richtungen der Fugenflächen der unteren Steine zusammen treffen und demnach die Zentralfugen immer durch die ganze Höhe der Bogenmauerung reichen. Dieser letztere Fall, dass die Bogenmauerung ihrer Höhe nach aus mehreren über einander gelegten Steinlagen hergestellt wird, kommt nun beim Landbau höchst selten oder fast gar nicht vor, dagegen mehrfach bei ausgedehnten grösseren Brückenbauten.

Die Notwendigkeit, warum diese zuletzt erwähnte Anordnung erforderlich ist, besteht darin, dass hierdurch eine ungleichmässige Zusammenpressung im Bogengemäuer vermieden wird, welches aber niemals erlangt werden würde, wenn die oberen Lagen einer Gewölbeschicht aus einer grösseren Anzahl von Steinen beständen als die unteren Lagen und somit jene eine grössere Anzahl von Zentralfugen erhielten.

Man findet auch nicht selten, dass bei Herstellung von Gewölben oder Bogen Hausteine und Ziegelsteine zugleich verwendet sind. Eine solche Verwendung ist aber nur dann statthaft, wenn die Schichten von Hausteinen mit denen aus Ziegelsteinen nach der ganzen Breite des Gewölbes oder Bogens regelmässig abwechseln. Durchaus unstatthaft ist aber, wenn man bei Ziegelsteingewölben die Häupter aus Hausteinen bestehen lassen und diese vordere Verkleidung dann mit dem Ziegelmauerwerk in Verband aufführen will. Das Ziegelsteinmauerwerk erleidet hier wegen der bedeutend grösseren Anzahl von Fugen unbedingt eine sehr erheblich stärkere Zusammenpressung als das aus Hausteinen hergestellte Verkleidungsmauerwerk, und es muss daher dann notwendig auch eine ungleiche Senkung entstehen, die zunächst eine Trennung der vorderen Verkleidung von dem übrigen aus Ziegelsteinen hergestellten Theil des Gewölbes zur Folge hat. Dasselbe wird auch stattfinden und zwar in einem noch höheren Grade, wenn der innere Theil des Gewölbes statt aus Ziegelsteinen aus roh bearbeiteten Bruchsteinen von verschiedenen Stärken aufgeführt wird und dagegen die vordere Stirnfläche desselben aus regelmässig behauenen Steinen besteht.

Sind die auszuführenden Bogen nicht gross, so dass man noch innerhalb der Oeffnung, über welcher der Bogen hergestellt werden soll, eine Vorrichtung machen kann, auf welcher der zugehörige Mittelpunkt verzeichnet werden kann, so lassen sich die vorher vollständig zugerichteten Steine nach einer im Mittelpunkt befestigten Schnur oder nach einem daselbst befestigten Richtscheit versetzen. Sind die Bogenweiten aber grösser und die Mittelpunkte auf dem Lehrgerüste nicht zu verzeichnen, so muss man sich zur genaueren Unter-

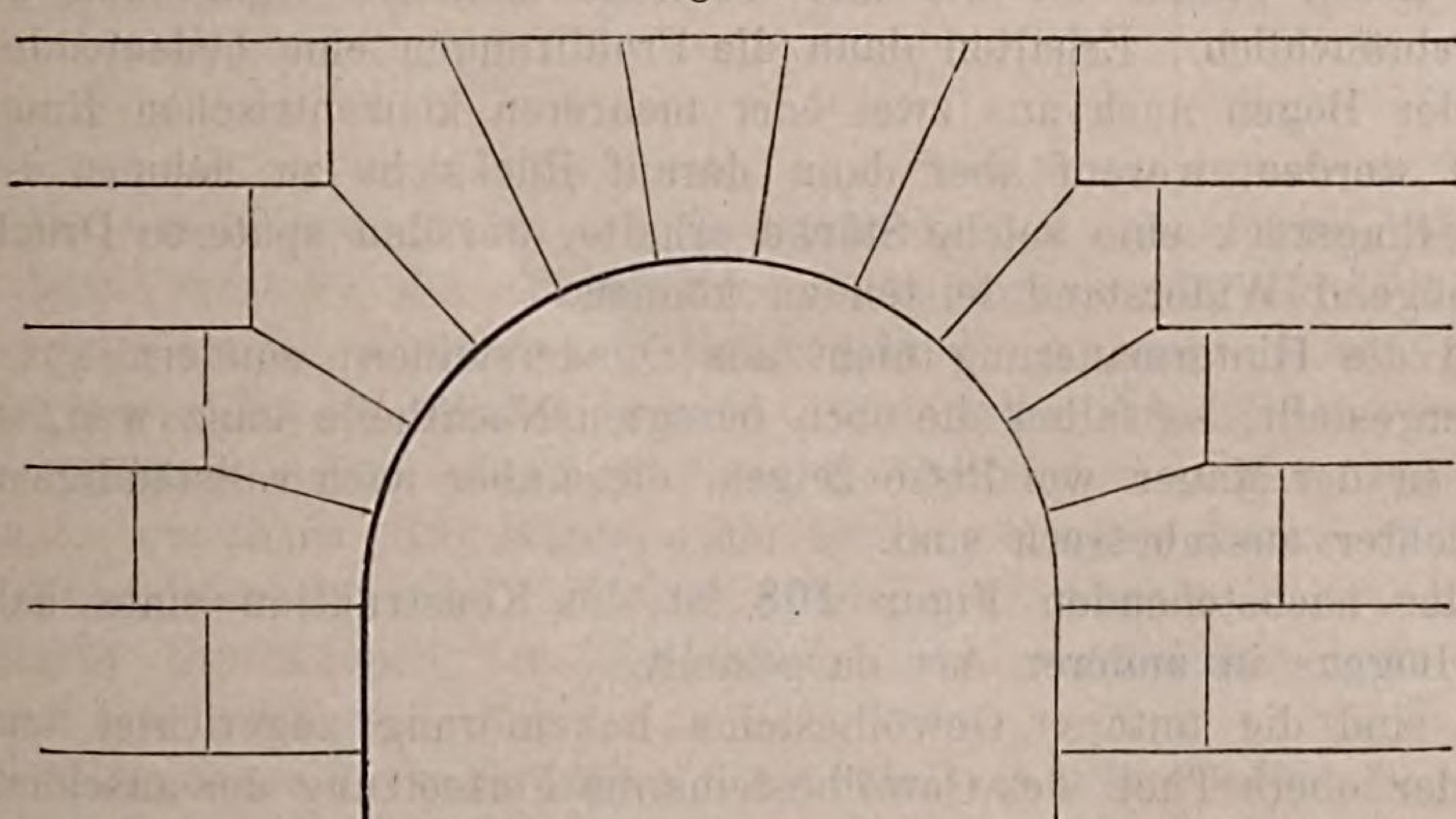
suchung und Bestimmung der Neigung der Lagerflächen der einzelnen Steine schon eines Quadranten bedienen, auf welchem die Grade genau verzeichnet sind. Man berechnet alsdann die Neigungswinkel der einzelnen Lagerfugen und trägt diese auf den Quadranten ab, wonach man dann die Steine versetzt. Diese Hilfsmittel sind aber nur bei grösseren Weiten erforderlich; beim Landbau kommen derartige Weiten jedoch so selten vor, dass man hier von der Beihilfe eines solchen Quadranten ganz wol absehen kann. Auch selbst in dem Falle, dass grössere Weiten zu überwölben wären, würde man doch von diesen Hilfsmitteln mehr oder weniger absehen können, weil man auch hier im Stande sein würde, das Lehrgerüst so fest zu unterstützen, dass eine Verschiebung desselben nicht wol möglich sein kann und daher dann auch eine häufigere Rektifizirung der Bogenlinien unnötig werden würde.

Was die Formen und Dimensionen der Gewölbesteine betrifft, so sind diese zunächst abhängig von der gewälten Bogenlinie und von der Weite des Bogens und zwar gilt in erster Beziehung, dass die Lagerfugen eines Bogens stets normal auf die Bogenlinie treffen müssen, wie dieses auch weiter oben (§ 24) für die verschiedenen Bogenlinien näher entwickelt wurde. Ferner aber hängt die Form der Gewölbesteine von der Bestimmung der Anordnung ab, wie man die Gewölbesteine an die horizontalen Schichten der Hintermauerung sich anschliessen lässt, wobei aber nicht aus der Acht gelassen werden darf, dass man einen guten Verband der Wölbsteine und der horizontalen Schichten der Hintermauerung zu erhalten suchen muss.

Es sollen nun verschiedene Beispiele folgen, in welchen die erwähnten Anordnungen näher dargestellt sind.

In nachstehender Figur 106 ist der Verband eines halbkreisförmigen Bogens dargestellt.

Figur 106.



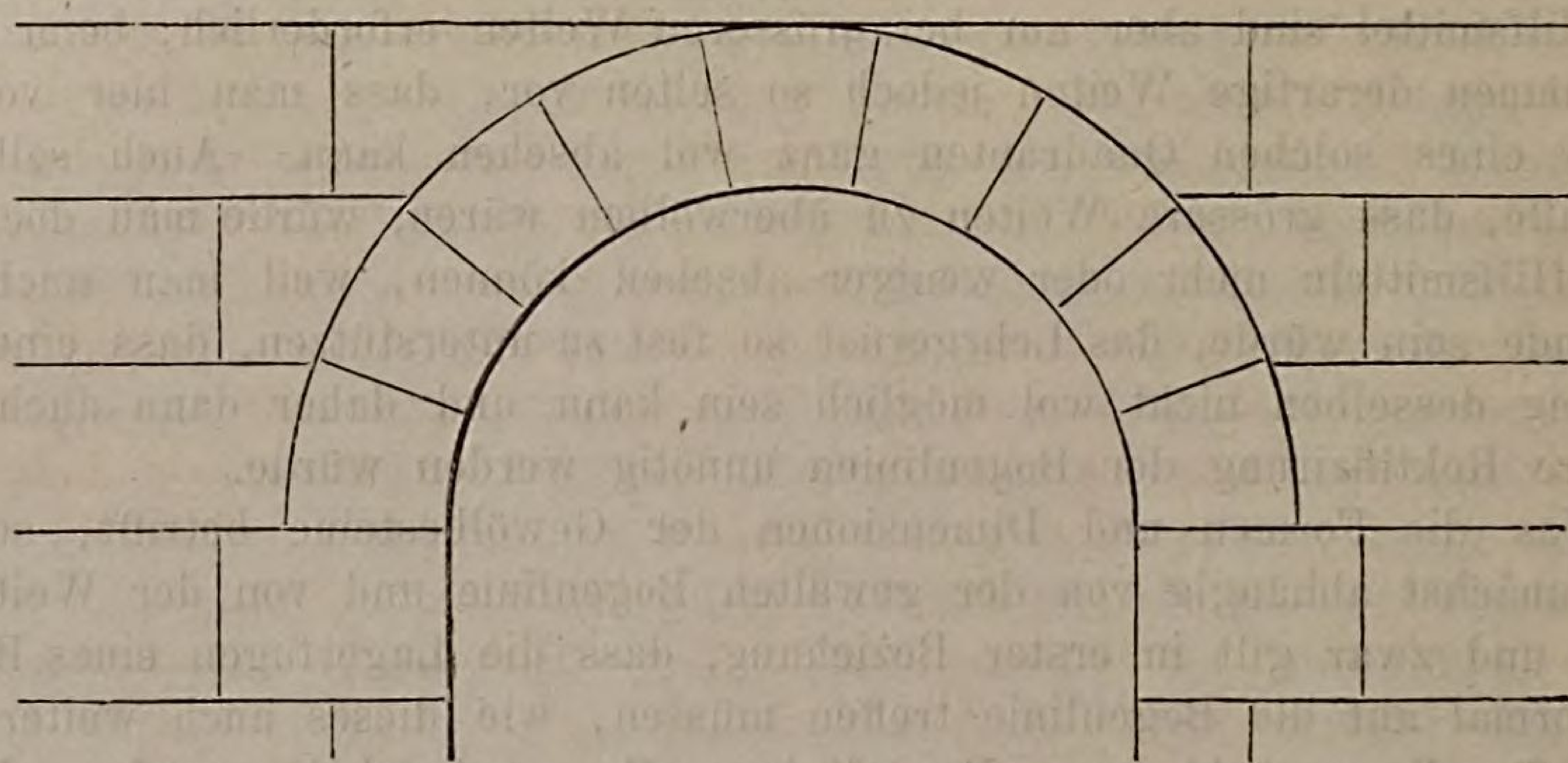
Es sind hier die einzelnen Bogensteine so angeordnet, dass sie mit in die Hintermauerung eingreifen, und zwar, dass die einzelnen Steine der Hintermauerung die Bogensteine horizontal überdecken und die nächstfolgenden Bogensteine sich an jene vertikal wieder anschliessen.

In der umstehenden Figur 107 ist der Verband eines halbkreisförmigen Bogens in anderer Weise angeordnet.

Hier haben die Bogensteine sämmtlich eine gleiche Höhe und erscheint somit der Bogen als ein konzentrisches Ringstück. Die an den Bogen sich

anschliessenden Steine der horizontalen Schichten der Hintermauerung werden bei dieser Anordnung nach der Form der äusseren Bogenlinie ausgearbeitet.

Figur 107.



Es ist aber leicht zu ersehen, dass hierdurch die Konstruktion, sobald die Mauer aus Quadersteinen aufgeführt wird, keineswegs an Festigkeit gewinnt, denn die anschliessenden ausgehauenen Steine der Hintermauerung bieten wegen der bedeutenden Materialverminderung, welche hier erforderlich ist, um einen Anschluss zu erhalten, im Fall eines Setzens des Bogens oder der Mauer einen zu geringen Widerstand und sind dann sehr leicht der Gefahr des Zerbrechens ausgesetzt. Und dennoch ist diese Konstruktion nicht immer zu umgehen, zumal in solchen Fällen nicht, wenn der Bogen an seiner Stirnseite profilirt und mit vortretenden architektonischen Gliedern verziert werden soll. In diesen Fällen ist die hier in Rede stehende Anordnung auch am meisten gebräuchlich. Erhalten dann die Profilirungen eine bedeutende Breite, so kann der Bogen auch aus zwei oder mehreren konzentrischen Ringstücken hergestellt werden, worauf aber dann darauf Rücksicht zu nehmen ist, dass das obere Ringstück eine solche Stärke erhalte, um den späteren Druck allein schon genügend Widerstand leisten zu können.

Wird die Hintermauerung nicht aus Quadersteinen, sondern aus Ziegelsteinen hergestellt, so fallen die oben beregten Nachtheile ganz weg, insofern, dass sich in der Mauer wol Risse zeigen, diese aber nach vollständigem Setzen wieder leichter auszubessern sind.

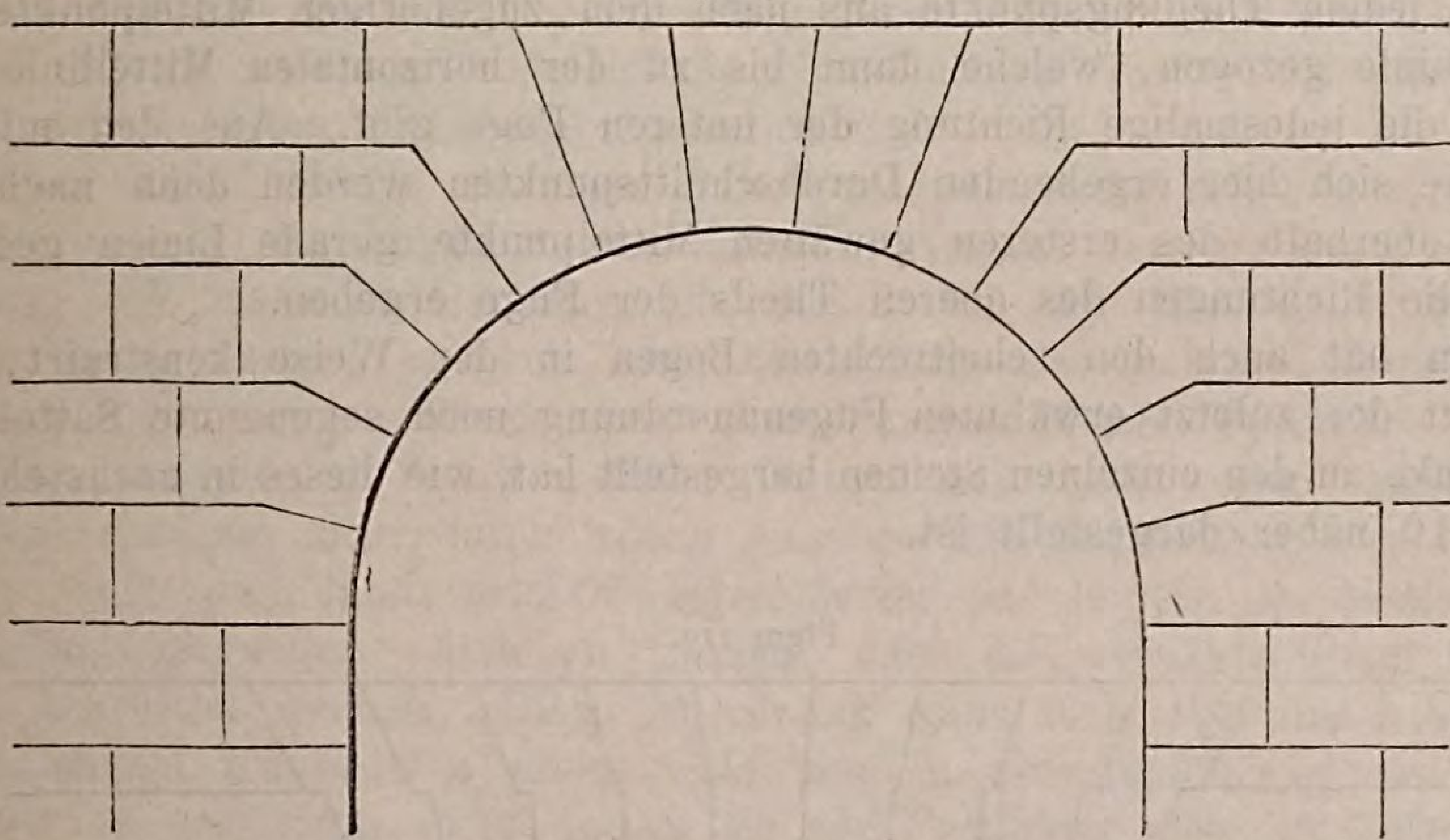
In der nachstehenden Figur 108 ist die Konstruktion eines halbkreisförmigen Bogens in anderer Art dargestellt.

Hier sind die unteren Gewölbesteine hakenförmig zugerichtet und zwar so, dass der obere Theil des Gewölbesteins die Fortsetzung der anschliessenden horizontalen Schicht der Hintermauerung bildet und somit gleichzeitig in diese eingreift. Diese Anordnung ist aber in mehrfacher Beziehung zu verwerfen.

Zunächst ist zur Herstellung solcher hakenförmiger Steine ein bedeutend grösserer Aufwand an Material erforderlich. Hierzu kommt ferner noch die Schwierigkeit des richtigen Versetzens solcher Steine, welches wol fast unerreichbar ist, indem der horizontale Theil der Lagerfuge wol mit Mörtel gefüllt und dadurch die Ungleichheiten dieser Fugenflächen ausgefüllt werden; der geneigte Theil der Lagerfuge, namentlich an den oberen Steinen des Bogens ist aber nicht auszufüllen, wenigstens durchaus nicht in dem Grade als erforderlich ist, um alle Unebenheiten auszufüllen, weil wegen der Geneigtheit

der Fläche der Mörtel abfliessen würde und ein Ausgiessen der Fuge mit Gussmörtel auch nur sehr mangelhaft stattfinden kann. Hierdurch entsteht also von vornherein eine Ungleichmässigkeit in der Ausfüllung der Lagerfugen eines Steins und in Folge dessen eine Ungleichförmigkeit im Setzen des Bogens. Dieses Letztere wird ferner aber auch noch durch die hakenförmige Verbindung mit der Hintermauerung gänzlich gehindert und muss hierdurch leicht ein Abbrechen der hakenförmigen Steine entstehen können, und zwar um so eher, da durch die Pressung des Bogens und wieder durch den lothrechten Druck der höher aufgeführten Mauer ganz verschiedene Kräfte nach verschiedenen Richtungen auf den einzelnen Stein wirkend hervorgerufen werden. Es ist also eine solche hakenförmige Anordnung der Gewölbsteine jedenfalls sehr verwerflich. Der alleinige Grund, welcher für die Anwendung dieser

Figur 108.



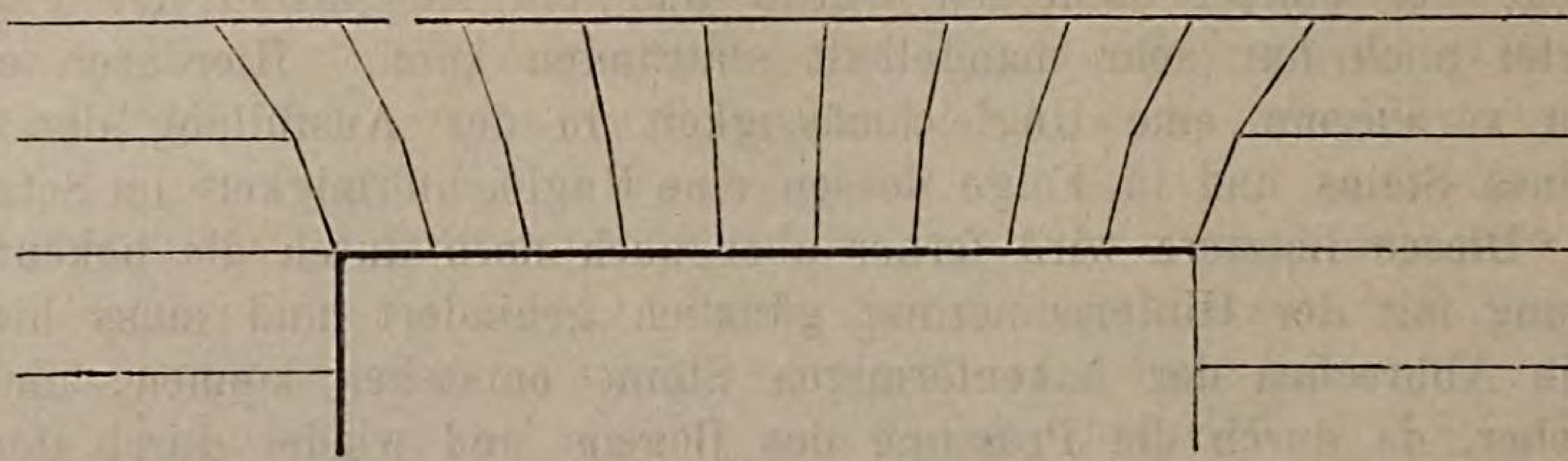
Konstruktion anzuführen wäre, würde nur derjenige sein, dass wegen Herstellung des Verbandes die Anfangsteine eines Bogens oder Gewölbes eine zu geringe Länge erhalten würden. Dieser Grund ist aber zu wenig wichtig, als er berücksichtigt zu werden braucht, und ferner würde sich diesem auch dadurch begegnen lassen, dass man die Eintheilung der Bogensteine ändert oder den Anfangsteinen des Bogens eine etwas geringere Stärke gibt, als den übrigen Bogensteinen. Der hierdurch entstehende Nachtheil ist, namentlich bei stärkeren Dimensionen der Bogensteine sehr unerheblich und kann wol kaum in Frage kommen.

Es sollen nunmehr noch einige Konstruktionen scheitrechter Bogen folgen.

Die einfachste Anordnung des scheitrechten Bogens ist die, bei welcher die Lagerflächen sämmtlich gerade Linien bilden, die verlängert in einem gemeinschaftlichen Mittelpunkt zusammen treffen.

Man findet auch die Fugen in der Weise angeordnet, dass man den unteren Theil der sämmtlichen Fugen in einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt zusammen treffen lässt; den oberen Theil der Fugen dagegen in einen zweiten ebenfalls gemeinschaftlichen Mittelpunkt zusammen treffen lässt, welcher letztere Mittelpunkt aber über dem ersteren und somit dem Bogen selbst näher liegt, wodurch sämmtliche Fugen, nachdem sie ausgezeichnet sind, als gebrochene Linien erscheinen, wie dieses in Figur 109 näher dargestellt ist.

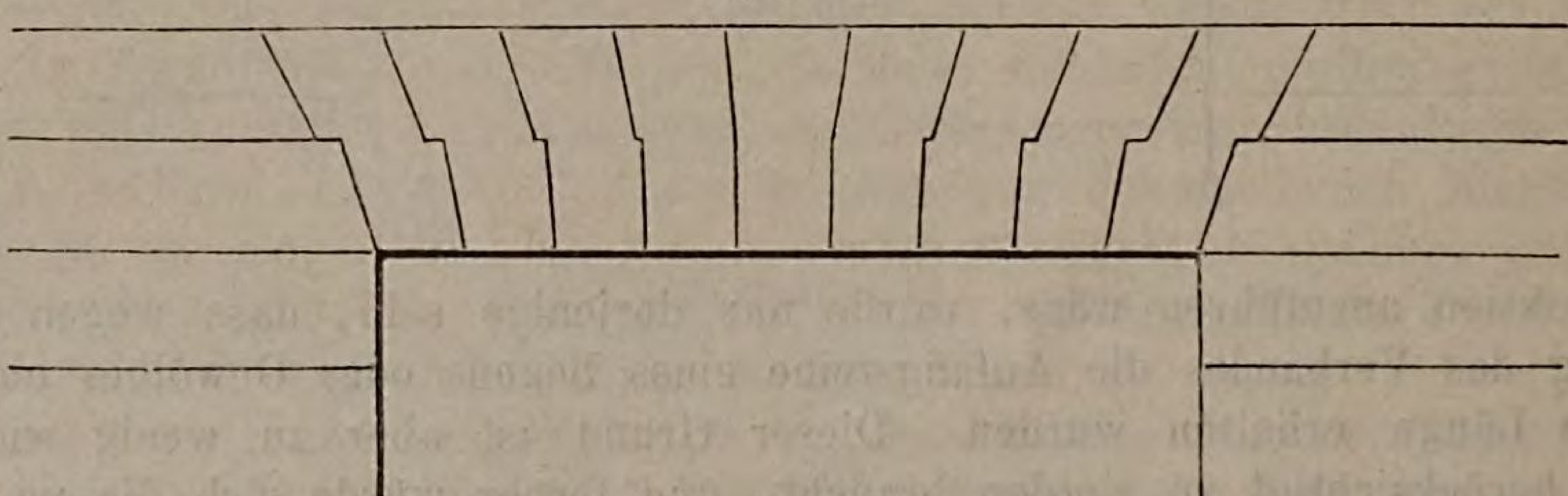
Figur 109.



Die Art der Verzeichnung der Fugen ist hier folgender Art. Es wird die Höhe der Bogenmauer in zwei gleiche Theile getheilt und durch die Mitte eine gerade Linie gezogen. Hierauf wird aus dem unteren Mittelpunkt zur Bestimmung des unteren Theils der Fugen ein flacher Kreisbogen gezeichnet und dieser dann in die bestimmte ungerade Anzahl gleicher Theile getheilt und von jedem Theilungspunkte aus nach dem zugehörigen Mittelpunkte eine gerade Linie gezogen, welche dann bis zu der horizontalen Mittellinie verlängert, die jedesmalige Richtung der unteren Fuge gibt. Aus den mit der Mittellinie sich hier ergebenden Durchschnittspunkten werden dann nach dem zweiten oberhalb des ersteren gewälten Mittelpunkte gerade Linien gezogen, welche die Richtungen des oberen Theils der Fuge ergeben.

Man hat auch den scheitrechten Bogen in der Weise konstruirt, dass man statt der zuletzt erwähnten Fugenanordnung noch sogenannte Sattel oder Tragebänke an den einzelnen Steinen hergestellt hat, wie dieses in nachstehender Figur 110 näher dargestellt ist.

Figur 110.



Die Verzeichnung der Fugen ist in folgender Art.

Nachdem man die beiden Mittelpunkte sowol für den unteren als auch für den oberen Theil des Bogens bestimmt hat, wird aus dem, den unteren Theil der Fugen zugehörigen Mittelpunkte ein flacher Kreisbogen beschrieben. Auf diesem Bogen werden die Bogensteine eingetheilt und von den Theilungspunkten aus gerade Linien nach dem zugehörigen Mittelpunkte gezogen bis zu der horizontalen Mittellinie der Höhe der Bogenmauerung, in welcher Linie die Tragebänke zu liegen kommen. Zur Bestimmung der Richtungen der Widerlager des oberen Theils des scheitrechten Bogens werden aus den Eckpunkten der unteren Laibung des Bogens nach dem zweiten oberen Mittelpunkte gerade Linien gezogen; der Durchschnittspunkt dieser Linie mit der horizontalen Mittellinie ergibt die Grösse der Tragebank oder des Sattels am Widerlager. Hierauf beschreibt man aus dem oberen Mittelpunkt innerhalb des oberen Theils des scheitrechten Bogens einen flachen Kreisbogen, theilt diesen in eine gleiche Anzahl gleicher Theile, wie den unteren Theil des

Bogens und zieht von diesen Theilungspunkten aus nach dem zugehörigen Mittelpunkte gerade Linien bis zu der horizontalen Mittellinie, wodurch die Richtungen der oberen Fugen und gleichzeitig auch die einzelnen Sattel erhalten werden.

Wenn durch diese Anordnung der Fugen auch der Vortheil erreicht wird, dass die Steine sich scheinbar gegenseitig einander tragen, so ist aber auch wieder zu berücksichtigen, dass hier die Pressungen im unteren und im oberen Theil des Bogens verschiedenartig und unabhängig von einander wirken, so dass also entweder der untere Theil oder der obere Theil des Bogens jedesmal die ganze Pressung erleidet. Da hierdurch aber eine Ungleichmässigkeit entsteht, so ist die notwendige Folge, dass die die gleichartige Pressung verhindernden Theile zunächst den grössten Druck erleiden und leicht zersprengt werden können. Ferner ist aber zu berücksichtigen, dass diese Anordnung der Fugen das richtige Versetzen der einzelnen Steine im hohen Grade erschwert, und eine gleichförmige Ausfüllung der Fugen mit Mörtel auch nicht zulässt, welche aber zur Ausgleichung aller Unebenheiten in den Lagerflächen der einzelnen Steine durchaus erforderlich ist.

Man findet auch in einzelnen Fällen die Anordnung des Fugenschnitts in der Weise, dass die Fugen in der äusseren Ansicht vertikal erscheinen. In solchem Falle muss an der Stirnseite des Steins eine Wange an demselben ausgearbeitet werden, wodurch dann der Schnitt der richtigen inneren Fuge verdeckt wird. Diese Wange greift dann in eine gleiche Vertiefung des unmittelbar anliegenden Steins. Diese Wange muss aber eine solche Stärke erhalten, dass sie nicht durch irgend eine geringe Einwirkung von der Seite her abspringt und damit beim etwaigen Setzen des Bogens an dieser Wange keine Beschädigungen entstehen können, darf die vertikale Fuge nicht zu scharf bearbeitet werden. Diese Anordnung kann man aber im Allgemeinen zu denjenigen Künsteleien zählen, die man in der Ausführung viel zweckmässiger zu vermeiden sucht, indem sie zur Festigkeit nicht im Entferntesten beitragen, aber nicht nur einen grösseren Materialaufwand erfordern, sondern beim Bearbeiten auch erheblichere Schwierigkeiten verursachen.

Was endlich die Ausrüstung des Bogens nach dessen Schluss betrifft, so darf dieselbe nicht sofort nach erfolgter Einsetzung des Schlusssteins geschehen, weil dadurch leicht eine Bewegung im Bogenmauerwerk entstehen kann. Der geringste hieraus entstehende Nachtheil würde schon ein Absprengen der äusseren Kanten an den Fugen der Bogensteine sein. Man muss ein solches Lehrgerüst mindestens 8 Tage nach dem Schluss des Bogens stehen lassen, und darf dann auch nicht, zumal wenn der Bogen eine bedeutendere Grösse hat, das Ausrüsten mit einem Male geschehen, sondern allmälig und von den Kämpferpunkten aus anfangend, indem man hier mittelst nicht zu harter Hammerschläge die Unterkeilungen der einzelnen Steine zu entfernen sucht und von hieraus dann weiter nach dem Schlusse zu die Arbeit fortsetzt. Sind aber hier die Keile nicht fester und zeigt sich, dass hier der Druck nicht grösser ist, so kann man, wenn bei Aufstellung des Lehrgerüstes die Lehrbogen auf dünne Keile gestellt gewesen, diese letzteren zunächst entfernen und so das Gerüst langsam und ohne weitere Erschütterungen senken lassen, ohne jedoch dasselbe plötzlich und ganz zu entfernen. Ueberhaupt muss diese Arbeit und namentlich bei grösseren Bogen mit grosser Vorsicht geschehen, um alle und jede Bewegung im Bogen selbst zu vermeiden. Sind aber die Unterlagen gegen den Scheitel hin sehr fest, was namentlich häufig

bei grösseren Bogen vorkommt, und also der Druck auf den Scheitel des Lehrgerüstes sehr stark ist, so muss man die Unterlagen mit Stemmeisen heraus zu stemmen suchen.

Fünftes Kapitel.

Die Befestigung des Baugrundes.

§ 32. Allgemeines.

Eine der vorzüglichsten Bedingungen, welche bei Aufführung eines Bauwerks von einiger Bedeutung zunächst erfüllt werden muss, ist die Herstellung eines festen Untergrundes, auf welchem das Gebäude aufgeführt werden soll, wenn ein solcher fester Grund nicht bereits vorhanden ist. Dieses ist um so notwendiger, da die Dauer eines Bauwerks bei einer sonst noch so sorgfältigen Ausführung hauptsächlich von der Festigkeit und Tragfähigkeit des Baugrundes mit abhängig ist. Denn wie ein jeder Köper nach Verhältniss seiner Schwere und der Ausdehnung seiner Grundfläche auf die Unterlage drückt, ebenso drückt auch ein Gebäude nach Verhältniss der Schwere seiner Massen und seiner Belastung auf den Untergrund und sucht diesen entweder seitwärts auszudrängen oder noch weiter zusammen zu drücken. Es muss daher der Untergrund eine solche natürliche Festigkeit haben, oder im Fall diese nicht vorhanden ist, muss derselbe so befestigt werden, dass er in Folge des Drucks des darüber aufzuführenden Gebäudes mit Einschluss seiner Belastung sich nicht weiter zusammen pressen oder seitwärts drängen lässt, sondern dass er noch einen bedeutenden Ueberschuss an Widerstandsfähigkeit besitzt.

Da nun selbst der härteste Körper nicht als absolut fest anzunehmen ist, also dieses in noch weit geringerem Grade bei den verschiedenen und selbst bei den dichtesten Erdarten der Fall sein muss, so kommt es auch nicht selten schon während der Aufführung eines Gebäudes vor, dass die aufgeführten Mauern desselben eine, wenn auch nur sehr geringe Höhenveränderung erleiden, welche man gewöhnlich das „Setzen“ der Mauer nennt. Unter diesem Ausdruck Setzen versteht man aber im Allgemeinen auch jede Höhenveränderung einer Mauer, die jedoch von verschiedenen anderen Ursachen herrühren kann und nicht in allen Fällen gleich gefährlich ist.

Einmal rührt das Setzen von der vertikalen Pressung her, welche die horizontalen Mörtelfugen des Gemauers von der darüber weiter aufgeführten Gebäudelast erleiden, welches Setzen dann so lange andauert, bis der Mörtel in den Fugen eine solche Konsistenz angenommen hat, dass eine weitere Zusammenpressung desselben nicht mehr stattfinden kann. Dieses Setzen der Mauern ist aber bei den gewöhnlichen aus Ziegelsteinen aufgeführten Mauern ohne allen weiteren Nachtheil und stets nur sehr gering. Dagegen bei Bruchsteinmauern und bei solchen Mauern, die aus verschiedenartigen Material aufgeführt werden, z. B. auch bei Mauern, die aus Ziegelsteinen mit Hau-

steinen verblendet, oder aus Bruchsteinen mit Hausteinen verblendet, bestehen, kann dasselbe nachtheilig werden, indem es eine Trennung der Mauern nach ihrer Längenrichtung veranlasst, wie dieses auch schon im § 30 näher angeführt wurde.

Das Setzen eines Gebäudes kann aber ferner auch daher rühren, dass einzelne Theile der aufgeführten Mauer unverhältnissmässig stärker gedrückt werden als andere Theile derselben, als z. B. wenn ein Theil der Fundamente eines Gebäudes aus einzelnen Pfeilern mit darüber gespannten Bogen, dagegen der übrige Theil aus vollen Mauern hergestellt wird. Dieses Setzen beruht dann mehr oder weniger auf einer fehlerhaften Anordnung der Fundamentirung.

Endlich aber rührt auch das Setzen der Mauern eines Gebäudes von der weiteren Zusammenpressung des Untergrundes her, indem durch die Einwirkung der Gebäudelast die Theile desselben sich einander noch mehr nähern oder auch seitwärts aus ihrer Lage geschoben werden. In Betreff der ersteren Annahme, dass der Grund durch die Gebäudelast noch mehr zusammengedrückt werde, so würde eine hierdurch entstehende Senkung ohne weiteren Nachtheil für das aufgeführte Gebäude sein, wenn man mit Sicherheit voraussetzen könnte, dass der Grund in der ganzen Ausdehnung des Gebäudes gleichmässig zusammen gedrückt und sonach auch eine gleichmässige Senkung des Gebäudes erfolgen würde. Dieses gehört aber zu den seltensten Fällen, indem der Boden fast nie eine solche gleichmässige Beschaffenheit hat und sehr häufig auf geringen Ausdehnungen schon die Dichtigkeit desselben sehr verschieden ist, so dass er dann auf einigen Stellen ein grösseres Gewicht zu tragen im Stande ist als auf anderen Stellen und dann sogar auch durch eine sonst überall gleich vertheilte Belastung ungleichmässig zusammen gedrückt werden kann.

In Betreff der zweiten Annahme, dass die Theile des Grundes durch die Einwirkung der Last aus ihrer Lage und zwar seitwärts gedrängt werden, so kann hierbei selbstredend von einer gleichmässigen Senkung gar nicht mehr die Rede sein, sondern es muss in diesem Falle eine eintretende Senkung notwendig ungleichmässig stattfinden.

Eine ungleiche Senkung des Untergrundes kann aber stets und unter allen Umständen nur nachtheilig für das Gebäude werden, indem in Folge des ungleichen Widerstandes Seitens des Untergrundes einzelne Theile des Gebäudes stärker einsinken werden als andere und daraus notwendig eine gewaltsame Trennung der einzelnen Gebäudetheile entstehen muss, welches aber dann in einem um so höheren Grade stattfinden wird, je ungleichmässiger die Festigkeit und die Beschaffenheit des Bodens ist.

Es liegt überhaupt bei Aufführung von Gebäuden, wenn der Baugrund von ungleicher und schlechter Beschaffenheit ist, immer eine sehr grosse Schwierigkeit darin, den Grund gehörig zu befestigen, und um so mehr, da nicht selten die Baustelle unter sehr beschränkenden Bedingungen gegeben ist. In solchen Fällen ist aber stets die grösste Vorsicht erforderlich und ist dann der Baugrund entweder so zu dichten oder es sind solche Anordnungen zu treffen, dass keine nachtheiligen Folgen für das Gebäude später daraus entstehen können, weder durch ungleichmässiges Zusammendrücken, noch durch Ausweichen des Baugrundes nach den Seiten hin. Das Ausweichen des Grundes nach den Seiten hin lässt sich nun zwar durch zweckmässige Vorkehrungen unter Umständen verhindern, wenigstens bedeutend vermindern; schwieriger aber ist es die Festigkeit des Bodens hinreichend zu bestimmen, weil einmal

dazu gar kein Maassstab vorhanden ist und ferner auch manche Zufälligkeiten eintreten können, deren Einfluss auf die Festigkeit des Bodens gar nicht zu bestimmen ist. Es ist daher in diesem Falle wesentlich nur die Erfahrung, aus welcher der Baumeister sein Urtheil bilden kann.

Der Grundbau ist jedenfalls einer der wichtigsten Theile bei Aufführung eines Gebäudes, denn jeder Feler und jede Vernachlässigung, die hierbei begangen wird, ist, wenn das Gebäude einmal aufgeführt ist, nicht mehr zu verbessern. Wenn nun auch nicht für jeden besonderen Fall spezielle Anweisungen gegeben werden können, so gibt doch die Baukunst im Allgemeinen hinreichend die Mittel an die Hand, einen jeden Baugrund wenigstens so zu befestigen, dass er bis zu einem gewissen Grade Widerstand zu leisten vermag und kommt es dann wesentlich nur darauf an, dass bei diesen Arbeiten die richtigen Mittel ergriffen werden, welches selbstredend stets dem vernünftigen Ermessen des Baumeisters überlassen bleiben muss.

Ist der Boden, welcher aus einer weicheren Erdart besteht, nicht in dem Maasse zu dichten, wie es im Verhältniss zu der Gebäudelast vielleicht erforderlich scheinen möchte, so kann man den nachtheiligen Einwirkungen der grösseren Belastung auf den Baugrund schon einigermaassen dadurch begegnen, dass man die Fundamente erheblich verbreitert, wodurch dann der Druck der Gebäudelast auf eine grössere Fläche vertheilt und somit ein jeder Quadrat-Dezimeter der Bodenfläche auch weniger belastet wird. Unter Umständen lässt sich sogar auf diese Weise ein sonst nur mittelmässiger Baugrund zur gehörigen Unterstützung eines darüber aufzuführenden Gebäudes fähig machen; denn es unterliegt keinem Zweifel, dass ein jeder Baugrund, von welcher Beschaffenheit er auch sein möge, dennoch immer einigem Drucke widerstehen kann, und derselbe nur dann erst anfängt zu weichen, sobald seine Tragfähigkeit von diesem Drucke übertroffen wird. Vergrössert man daher die Grundfläche des drückenden Körpers, so wird dadurch der Druck auf jeden einzelnen Punkt der Oberfläche des Untergrundes vermindert, denn der Druck eines Körpers auf jeden Punkt der darunter befindlichen Grundfläche steht im umgekehrten Verhältniss mit der Grösse dieser Fläche selbst.

Was die Beschaffenheit des Baugrundes betrifft, so lässt sich diese zwar durch Untersuchung genau ermitteln, es fehlt aber, wie auch schon oben angeführt wurde, an einem Maassstabe zur Schätzung seiner Tragfähigkeit und ist man daher genötigt, die verschiedenen Erdarten in Bezug auf ihre Tragfähigkeit als Baugrund nach gewissen Erfahrungen zu klassifiziren und bei der Gründung aufzuführender Gebäude zur erforderlichen Befestigung des Baugrundes solche Maassregeln anzuwenden, welche bei anderen unter ähnlichen Verhältnissen und Umständen ausgeführten Gebäuden angewendet, einen glücklichen Erfolg gehabt haben und demnach in ähnlichen Fällen auch wieder die grösste Wahrscheinlichkeit eines glücklichen Erfolges für sich haben werden. Ob aber in solchen Fällen dann eine ganz gleiche Anwendung zweckmässig ist, hängt von lokalen Umständen ab, die hierbei durchaus nicht unberücksichtigt bleiben dürfen.

Man unterscheidet „festen“ oder „guten“ und „nachgebenden“ oder „schlechten“ Baugrund.

Unter festem oder gutem Baugrund versteht man solchen Baugrund, welcher nicht weiter zusammengedrückt wird und daher ohne weitere künstliche Befestigung zum Bauen benutzt werden kann und wobei nur eine Abebnung erforderlich ist, um die Fundamente darauf aufführen zu können.

Man rechnet hierher Felsboden, welcher keine Höhlungen hat; ferner Kies, Sand, Lehm, Thon (letztere beiden jedoch nur unter gewissen Bedingungen) und mit Lehm vermischter steiniger Boden. Es müssen jedoch die Schichten mächtig genug sein, um das Gebäude, welches darauf aufgeführt werden soll, mit Sicherheit tragen zu können. Zu diesem Zwecke müssen sie je nach der Schwere des aufzuführenden Gebäudes bei übrigens gleichmässiger Beschaffenheit eine Mächtigkeit von mindestens 2,5 bis 4,5 Meter haben, in welchem Falle man dann ohne weitere künstliche Befestigung desselben mit aller Sicherheit, sowol leichtere als auch schwerere Gebäude darauf aufführen kann, ohne ein Nachgeben des Grundes befürchten zu müssen.

Unter nachgebenden oder schlechten Baugrund versteht man solchen, welcher ein bedeutendes Zusammendrücken zulässt und erst künstlich befestigt werden muss, um ein Gebäude darauf aufführen zu können. Zu dieser Klasse rechnet man Triebsand und solchen Sand, welcher stark mit Wasseradern durchzogen ist; ferner erweichten Lehm- oder Thonboden, aufgeschwemmten und aufgefüllten Boden, Dammerde, Morast und Moorboden.

§ 33. Von der Untersuchung des Baugrundes.

Um genügende Kenntniss über die geognostische Beschaffenheit des Baugrundes und der nächsten Umgebungen desselben zu erlangen, und hiernach beurtheilen zu können, welche Anordnungen zur Herstellung eines festen Baugrundes erforderlich sind, kommt es zunächst darauf an, den Grund zu untersuchen, und zwar müssen dann diese Untersuchungen nicht nur an einer Stelle, sondern wenn die Baustelle eine grössere Ausdehnung hat, an verschiedenen Stellen des Baugrundes vorgenommen werden, weil oft auf sehr geringen Entfernungen die Beschaffenheit des Grundes sich in anderer Weise zeigt.

Diese Untersuchungen geschehen entweder:

1) durch das Aufgraben, oder
2) durch das Hineinstossen mit dem Visitireisen, oder
3) durch das Bohren mit dem Erdbohrer oder Steinbohrer, je nachdem der Baugrund erdig oder aus Felsen bestehend, ist, oder
4) durch das Einrammen von Probepfählen.

Durch das Aufgraben des Bodens erlangt man zwar eine sehr genaue Kenntniss, jedoch nur von den oberen Schichten desselben, indem wegen des eintretenden Grundwassers, namentlich in niedriger belegenen Gegenden nur bis zu einer mässigen Tiefe gegraben werden kann. Wird dagegen auf der Baustelle gleichzeitig ein Brunnenschacht gesenkt, so erlangt man dadurch, da ein solcher bedeutend tiefer gelegt werden muss, nicht selten schon genügende Kenntniss von der allgemeinen Beschaffenheit des Grundes, um darnach die zur Befestigung des Baugrundes erforderlichen Maassregeln treffen zu können.

Was die Untersuchung des Baugrundes mittelst des Visitireisens betrifft, so ist diese nur immer höchst mangelhaft und gibt auch nur eine sehr unvollkommene und nicht verlässliche Kenntniss von der Beschaffenheit der verschiedenen Erdschichten. Aber dennoch wendet man das Visitireisen am häufigsten zur Untersuchung des Grundes an und begnügt sich dann mit den hieraus erlangten mangelhaften Resultaten.

Das Visitireisen ist eine am unteren Ende zugespitzte viereckige oder runde eiserne Stange, welche durch Aufheben und Niederstossen in den Boden

hineingetrieben wird. Nach dem leichteren oder schwereren Eindringen dieser Stange in den Grund und nach den beim Herausziehen derselben noch daran angehängten Erdtheilchen wird die Dichtigkeit und die allgemeine Beschaffenheit des Grundes beurtheilt. Eine solche Untersuchung kann aber selbstredend stets nur sehr ungenügende Resultate geben; denn findet sich in der Tiefe eine Sandschicht, wenn auch nur von geringer Dicke, so wird das weitere Eindringen der Stange schon dadurch sehr erschwert, wo dagegen bei Vorhandensein von Lehm- oder Thonboden die Stange erheblich leichter eindringt. Das Vorhandensein von Sand gibt sich auch ferner durch ein hörbares Knirschen beim Eintreiben der Stange kund, sowie auch dadurch, dass dieselbe beim Herausziehen blank gescheuert erscheint. Damit erfährt man aber nichts von der Mächtigkeit einer vorhandenen Sandschicht.

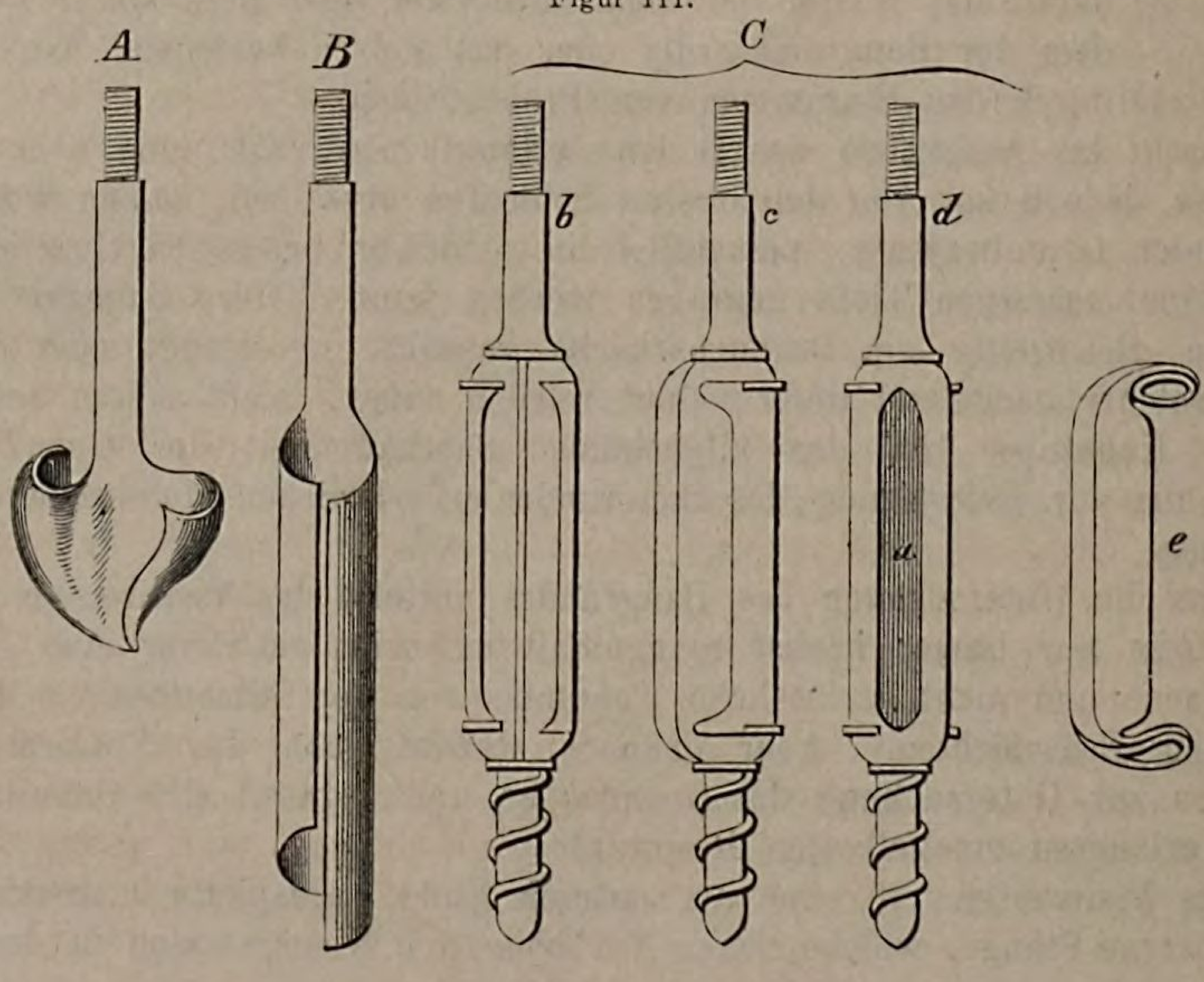
Es ist daher die Anwendung des Visitireisens nur dann zweckmässig, wenn man schon im Voraus die Beschaffenheit des Baugrundes im Allgemeinen kennt und nur untersuchen will, bis zu welcher Tiefe die feste Sandschicht wegliegt.

Sehr bestimmte und genaue Resultate erlangt man durch die Untersuchung mittelst des Erdbohrers und sollte man sich desselben in allen wichtigeren Fällen und wo man keine weitere Kenntniss von der Beschaffenheit des Grundes hat, immer bedienen.

Was die Form und die Einrichtung der Erdbohrer betrifft, so sind diese sehr verschieden und nicht selten auch sehr komplizirt. Da aber beim Landbau zur Untersuchung des Baugrundes selten oder fast niemals so sehr tiefe Bohrungen ausgeführt werden, so genügt es vollkommen, wenn hier nur einige der einfachsten und gebräuchlichsten Erdbohrer näher angegeben werden.

In den nachstehenden Figuren 111 A B C sind drei der am meisten gebräuchlichen Erdbohrer näher dargestellt.

Figur 111.



Der in Figur A dargestellte Bohrer dient namentlich dazu, um das in der oberen Erdschicht befindliche Wurzelwerk, wenn solches vorhanden ist, durchzuschneiden und das Bohrloch vorzubereiten. Zu diesem Zwecke hat man aber kaum einen Bohrer nötig, indem die oberen Erdschichten bei solchen Bohrversuchen an diesen Stellen immer schon ohnehin bis zum Grundwasser aufgegraben werden. Ferner ist aber noch zu bemerken, dass dieser Bohrer in sandigem Boden zum Tieferbohren gar nicht zu benutzen ist, indem der Sand beim Aufziehen des Bohrers nicht allein wieder herausfällt, sondern auch ausserdem das Bohrloch wieder ganz füllt. Nur bei fettem und stark backenden Boden, als beim Lehm- oder Thonboden möchte dieser Bohrer Anwendung finden können.

Jedenfalls weit zweckmässiger ist der in Figur B dargestellte Erdbohrer. Allein dieser Erdbohrer kann auch nicht anders als nur in festeren Erdschichten angewendet werden, indem auch bei diesem die ausgebohrte im Bohrer befindliche Erde beim Aufziehen des Bohrers leicht wieder herausfällt, sobald der Grund namentlich sehr weich oder sehr feinsandig und wässrig ist.

In den Figuren C ist ein anderer Erdbohrer dargestellt, welcher, wenn auch künstlicher, doch in weichem Erdreich und in sandigem oder morastigem Grunde jedenfalls weit brauchbarer ist, als die beiden vorher angeführten Bohrer.

Dieser Bohrer, welcher ein hohler Zylinder ist, ist mit einem besonderen Schieber e versehen, der nicht von dem Bohrer abgenommen werden kann und hier nur der Deutlichkeit wegen besonders dargestellt ist. d ist der Bohrer ohne den sonst daran befestigten Schieber e gezeichnet, mit der Oeffnung a, in welche beim Zurückschieben des befestigten Schiebers das ausgebohrte Erdreich eindringt. b zeigt den Bohrer, wenn der Schieber e die Oeffnung a bedeckt; c bezeichnet den Bohrer in diesem geschlossenen Zustande von der Seite.

Der Bohrer selbst besteht, wie schon erwähnt, aus einem hohlen Zylinder, an welchem unten eine Schraube und am oberen Ende eine Stange befindlich ist, an welcher letzteren die zur Verlängerung des Bohrgestänges erforderlichen Ansatzstücke angeschraubt werden. In diesem Zylinder befindet sich die Seitenöffnung a, welche durch den Schieber e bedeckt wird, der möglichst genau an den Zylinder anschliessen muss und oben und unten mit Ringen um den Zylinder befestigt ist. Jeder Ring läuft zwischen zwei Leisten, die an den Zylinder selbst festgenietet und so eingerichtet sind, dass der Schieber sich gehörig vor- und rückwärts schieben lässt, je nachdem die Oeffnung a offen oder geschlossen sein soll. Das Auf- und Zuschliessen des Schiebers in der Tiefe muss lediglich durch die an dem Bohrer sich reibende Erde geschehen und es ist zu dem Ende der Schieber der Länge nach auf seiner Mitte mit einem hervorstehenden Rücken versehen, welchen die gegen den Bohrer drückende Erde beim Vor- und Rückwärtsdrehen jedesmal angreift und so das Auf- und Zuschliessen des Schiebers bewirkt.

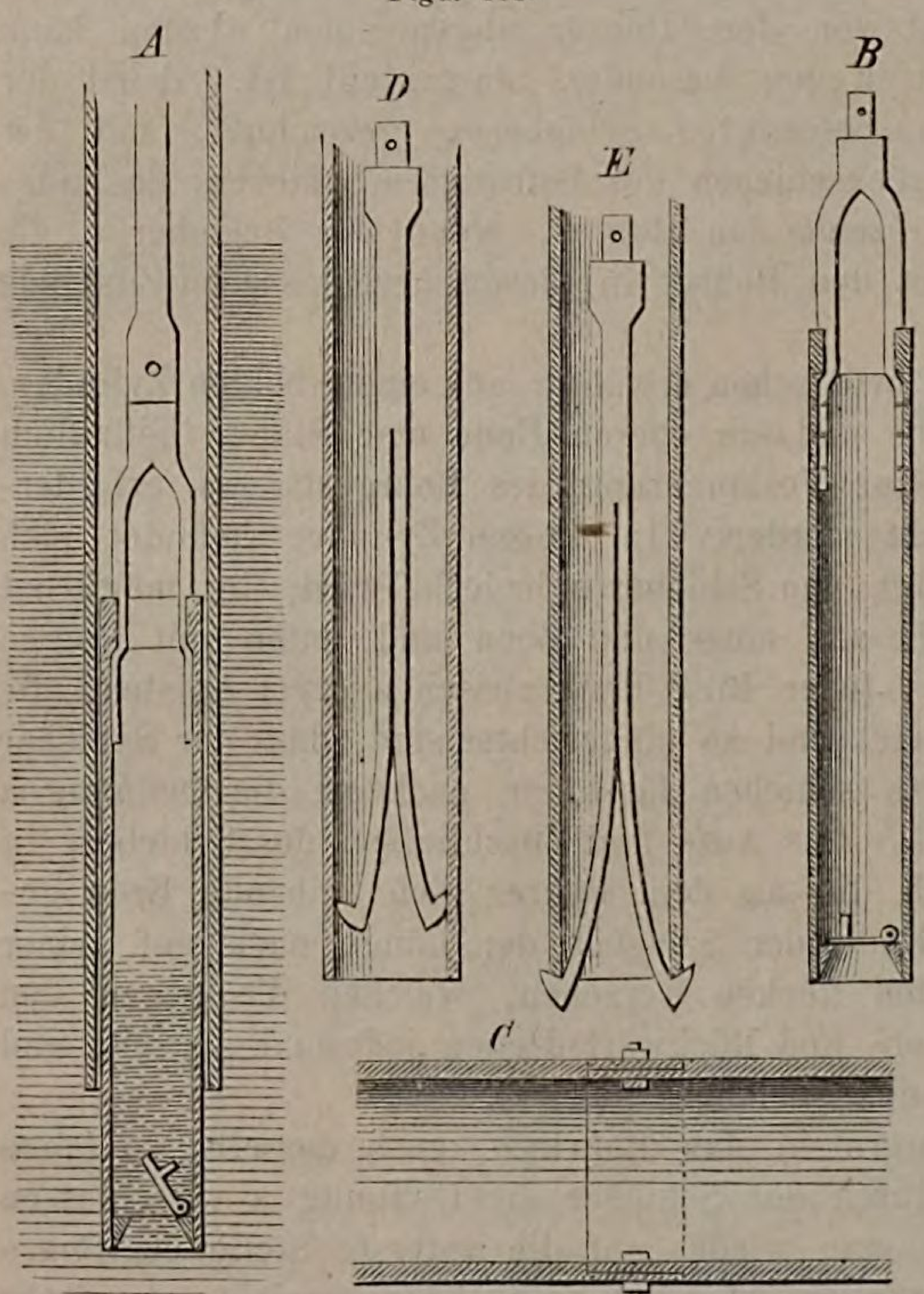
Beim Einsenken des Bohrers in das Bohrloch muss derselbe so lange nach derjenigen Richtung, wodurch der Schieber die Oeffnung a verschlossen hält, herumgedreht werden, bis man wieder auf die unterste Stelle des Bohrloches mit dem Bohrer eingedrungen ist; hat man diese erreicht, so dreht man den Bohrer nach der entgegengesetzten Seite und zwar so, dass die am unteren Ende befindliche Schraube sich einbohrt, wodurch dann der Schieber

sich gleichzeitig öffnet und der Zylinder mit der in nächster Berührung stehenden Erde angefüllt wird. Kann man voraussetzen, dass nach mehrmaligem Umdrehen der Zylinder mit Erde angefüllt ist, so dreht man wieder entgegengesetzt um, wodurch der Schieber sich dann wieder schliesst. Beim Herausziehen des Bohrers muss man sich hüten, denselben zu drehen, indem man dadurch leicht den Schieber öffnen kann, und dann andere Erde eindringt, wodurch aber die Untersuchung mangelhaft ausfällt.

So zweckmässig nun auch dieser zuletzt beschriebene Erdbohrer ist, so ist derselbe doch auch nur in stehendem Boden zu benutzen, aber keineswegs in einem weichen oder sandigen leicht beweglichen Boden, wenn nicht besondere Vorkehrungen getroffen werden, wodurch verhindert wird, dass das Bohrloch von allen Seiten sofort wieder sich füllt. Will man einigermaassen genügende Resultate aus solchen Bohrversuchen gewinnen, so ist es namentlich bei weicherem Boden durchaus erforderlich, dass man das Bohrloch schützt und gegen Einfallen der Seitenwandungen vollständig sichert. Dieses ist aber nicht allein bei weichem Boden notwendig, sondern auch bei stehendem Boden, zumal wenn die Bohrversuche über 4 Meter Tiefe hinausgehen und man sichere Resultate erzielen will.

Ein sehr zweckmässiges Verfahren in dieser Beziehung wurde beim Bau des neuen Wachtgebäudes zu Berlin am Unterbau, angewendet, indem man zur Untersuchung des Baugrundes, welcher hier wesentlich aus Sand bestand, sich eingesenkter Blechröhren und eines sogen. Klappbohrers bediente, wodurch man ganz sichere Resultate erzielte [1].

Figur 112.



In nebenstehenden Figuren 112 A B C D E ist die Anordnung dieses Bohrers näher dargestellt.

Bei Anwendung desselben wurde im vorliegenden Fall der Grund soweit als es statthaft war ausgeschachtet und hierauf wurden in das Erdreich zehn Zentimeter weite, aus Eisenblech vernietete Röhren, die in den einzelnen Theilen 1,25 Meter lang waren, so zusammengesetzt, wie in Figur C näher angedeutet ist, und wurde ein solcher Stoss mittelst Schrauben und vorgelegten Muttern zu einem Ganzen verbunden. Das Einsenken dieser Röhren geschah hier durch aufgelegte Gewichte. Nachdem nun die Röhre bis zu einer gewissen Tiefe eingesenkt war, wurde der Klappbohrer Figur B

[1]) Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang V.

eingesetzt, welcher beim Tieferdringen durch ein angesetztes Gestänge verlängert wurde. Es wurde nun der Bohrer im Innern der Röhre so lange auf und nieder gestossen, bis sich die Kapsel oder Bohrhülse mit Erde gefüllt hatte, worauf dann der Bohrer herausgezogen und entleert wurde.

Beim Herausziehen eines solchen Bohrers schliesst sich die am unteren Ende der Bohrhülse befindliche Klappe (Figur A) und man erhält den Boden ohne Beimischung von fremden Bestandtheilen. Mit dieser Manipulation wird so lange fortgefahren, bis man das verlangte Resultat erreicht hat und der Bohrer also bis zu der erforderlichen Tiefe eingedrungen ist. In dem hier vorliegenden Falle geschah die Untersuchung bis zu einer Tiefe von 8,78 Meter.

Um nach vollendeter Untersuchung die Röhre wieder aus dem Boden zu ziehen, wendet man den eisernen Federhaken an, welcher in den Figuren D und E näher dargestellt ist. Dieser Federhaken wird an ein Gestänge befestigt und in die herauszuziehende Röhre gesteckt; sobald nun der Haken bis an den Boden der Röhre herunter gedrückt ist, gehen die beiden Federn auseinander und greifen die beiden Haken derselben unter die Röhrenwandung und geschieht alsdann das Herauswinden mit einem Hebezeug.

Dieser Bohrer ist namentlich bei weichem und leicht treibenden Grunde sehr anwendbar und liefert auch hierbei durchaus sichere Resultate. Dagegen bei Lehmboden oder ähnlichem festeren Boden lässt sich der Klappbohrer nicht so zweckmässig anwenden, weil bei der grösseren Konsistenz des Bodens die Erde nicht durch die Klappe der Bohrhülse in dieselbe eindringen kann und ist in solchem Falle der in voriger Figur C dargestellte Bohrer vortheilhafter anzuwenden, und wird man dann mit diesem letzteren ebenfalls sehr sichere Resultate erhalten, wenn man vorher die Blechröhre einsenkt und innerhalb dieser ausbohrt.

Endlich untersucht man den Grund, bei besonders morastiger oder sehr weicher Beschaffenheit, sowie auch bei Gründungen im und am Wasser, überhaupt wenn die Herstellung von Pfahlrosten erforderlich ist, durch Einrammen von Probepfählen. Diese Probepfähle werden vermittelst einer verhältnissmässig schweren Ramme bis zum Stehen in den Boden angetrieben und aus dem mehr leichten oder schwereren Eindringen in den Boden und nach der Länge des eingeschlagenen Pfahls schliesst man auf die Beschaffenheit des Grundes insofern, dass man daraus die Tiefe, bis zu welcher die festeren Schichten unter der Oberfläche liegen, entnehmen kann. Man darf daher, um mit Sicherheit auf die erforderliche Länge der Rostpfähle schliessen zu können, diesen Probepfählen, welche übrigens an verschiedenen Stellen des Baugrundes eingeschlagen werden müssen, keine zu geringe Länge geben, und ferner müssen dieselben auch fest bis zur absoluten Festigkeit eingeschlagen werden.

Die Anwendung des Steinbohrers zur Untersuchung des Baugrundes kommt beim Landbau höchst selten oder fast gar nicht vor, indem meistens schon nach dem zu Tage liegenden Gestein die Tüchtigkeit desselben als Baugrund beurtheilt werden kann, wesshalb eine nähere Beschreibung des Steinbohrers hier unterbleiben kann.

§ 34. Vom natürlich festen Baugrunde.

Wie schon in § 32 angeführt wurde, rechnet man zum guten oder festen Baugrund den Felsboden, Kies, Sand, Lehm, Thon (letztere beiden jedoch nur unter gewissen Bedingungen), sowie den mit fetter Erde vermischten steinigen Boden. Diese verschiedenen Arten von Baugründen sollen nun in Folgendem näher besprochen werden.

1. Der Felsboden.

Was den Felsboden betrifft, so kann, wenngleich derselbe der festeste unter allen Baugründen ist, es sich doch zuweilen ereignen, dass er nicht diejenige Festigkeit und Tragfähigkeit besitzt, welche erforderlich ist, ein schweres Bauwerk mit Sicherheit tragen zu können. Es zeigt sich nämlich nicht selten, dass das Gestein einer sehr starken Verwitterung unterworfen ist und daher die darauf aufzuführenden Gebäude mit der Zeit, namentlich wenn selbige an Abhängen aufgeführt werden, sehr leicht in Gefahr gerathen können, abzurutschen. Ebenso zeigt es sich auch einzeln, dass der Felsboden Höhlungen hat, deren Ueberdeckungen manchmal von nur geringer Mächtigkeit sind. Auch kommt es vor, dass die ganze Felsdecke keine grosse Mächtigkeit hat und unter derselben weichere Erdarten sich befinden, welche dann nicht selten stark mit Quellen durchzogen sind.

Ist der Felsboden der Verwitterung stark unterworfen, so muss man die Einschnitte zu den Fundamenten mindestens 38 Zentimeter tief in den Felsboden einarbeiten und dieselben vollständig wagerecht ausebenen. Diese Fundamenteinschnitte werden alsdann mit tüchtigem Betonmörtel ausgefüllt, welcher sich genau an alle Unebenheiten der Oberfläche und der Seitenflächen der Einschnitte anschliesst und die fernere zerstörende Einwirkung der Atmosphäre von denselben abhält. Ferner ist aber auch ganz besonders darauf zu sehen, dass alles in der Nähe der Baustelle sich sammelnde Wasser auf dem möglichst kürzesten Wege abgeleitet werde und namentlich keine Vertiefungen daselbst oder in der Nähe bleiben, in welchen das Wasser sich sammeln kann und nachher entweder verdunsten muss oder während des Winters gefriert, durch welches beides aber die Verwitterung und Auflösung des Gesteins nur noch befördert werden würde.

Ist der Felsboden ausgehöhlt und die Ueberdeckung zu schwach, um die darüber aufzuführende Gebäudelast mit Sicherheit tragen zu können, so kann es unter Umständen notwendig werden, dieselbe wegzuräumen und muss dann die entstandene Höhlung mit Mauerwerk ausgefüllt werden. Ist die Ausdehnung einer solchen Höhlung aber dann zu bedeutend, so kann man auch, um Kosten zu ersparen, einzelne starke Pfeiler herausführen, welche alsdann durch Gurtbogen mit einander und mit den Seitenwänden der Höhlung verbunden werden. Ist aber die Tiefe einer solchen Höhlung zu bedeutend, als dass dieselbe bis zu der erforderlichen Höhe mit Mauerwerk oder Pfeilern ausgefüllt werden könnte, so muss man suchen, dieselbe mit einen hinreichend starkem Gewölbe zu überdecken und darüber dann die Gebäudemauer aufführen. Dass solche Arbeiten, wo sie erforderlich sind, immer sehr kostbar sind, ist leicht einzusehen und ist es jedenfalls dann vorzuziehen, wenn es irgend angeht, einen solchen Baugrund zu meiden. Beim Landbau kommen auch nur selten oder fast gar keine Fälle vor, wo man unter solchen Umständen nicht zur Wal eines anderen Platzes schreiten könnte. Dagegen beim Strassen- und Eisenbahnbau, und namentlich bei letzterem, würden sich solche Fälle schwerlich umgehen lassen, wenn sie einmal in die festgesetzte Linie fallen, und ist man da gezwungen, wenn auch selbst mit sehr bedeutendem Kostenaufwand, die zur vollständigen Sicherstellung erforderlichen Mittel in ihrer ganzen Ausdehnung anzuwenden.

Hat die Untersuchung ergeben, dass die sich etwa vorfindende Höhlung keine grosse Ausdehnung hat und kann man ferner hinreichend starke Wider-

lager herstellen, so ist jedenfalls immer am zweckmässigsten, wenn die Steindecke an dieser Stelle dann unberührt bleibt und man dieselbe, soweit die Mauer des aufzuführenden Gebäudes darauf trifft, mit einem hinreichend starken Gewölbebogen überspannt, über welchem dann die Gebäudemauer aufgeführt wird.

In dem Falle, wenn die Felsdecke überall keine bedeutende Mächtigkeit hat und mit darunter liegenden weicheren Erdschichten abwechselt, ist es durchaus notwendig, dass man die Fundamente bedeutend verbreitert, um den Druck auf eine grössere Grundfläche zu vertheilen, wobei aber dann ganz besonders darauf zu sehen ist, dass das Fundamentmauerwerk so aufgeführt werde, dass es als ein ganzer Körper von innigstem Zusammenhange angenommen werden könne, welches aber nur durch Anwendung von durchaus tüchtigem Material und durch eine gleichmässige und gleichzeitige Aufführung sämmtlicher Fundamente zu erreichen ist. Die Felsdecke in einem solchen Falle wegzuräumen und den Grund darunter zu befestigen, würde wol schwerlich möglich gemacht werden können, und falls solches auch zu erreichen wäre, würde dann doch stets ein unverhältnissmässig bedeutender Kostenaufwand erforderlich werden.

Sehr leicht kann aber eine solche Bergformation, als Baugrund benutzt, gefährlich werden, wenn dieselbe durch einen Einschnitt zu einer Eisenbahn- oder Chausseeanlage so durchschnitten wird, dass die unteren weichen Erdschichten aus ihrem Zusammenhange gebracht werden, wie dieses an der thüringischen Eisenbahn bei Apolda der Fall war. Der Bergzug, durch welchen hier der Einschnitt hergestellt war, bestand aus Muschelkalkformation und Keuperformation, unter welcher letzteren der Muschelkalk sich wahrscheinlich fortzog. Die Muschelkalkschichten waren ausserordentlich quellenreich, dagegen die Keuperformation wasserarm. Die obere feste Kalkschicht hatte man zur Fundirung einer Futtermauer benutzt, während die Flügel dieser Mauer mit treppenförmig aufsteigenden Absätzen auf die über dieser Kalkschicht liegenden harten Thonarten fundirt waren. Nachdem nun diese Mauer aufgeführt war und mit dem Ausschachten des Einschnitts begonnen und fortgefahren wurde und dieses auf etwa 3,76 Meter über der eigentlichen Sohle des Einschnitts ausgeführt war, zeigte sich, nachdem kurz zuvor ein anhaltendes Regenwetter eingetreten war, plötzlich ein leichter Riss in der ganzen Höhe der Mauer und gleichzeitig bemerkte man auch, dass die Schieferplattenschicht, auf welcher das Flügelfundament theilweise fundirt war, auf der Kalksteinschicht etwas vorgeglitten war. Bei Fortsetzung der Arbeit verschlimmerte sich auch, trotz der angewendeten Holzabsteifungen, das Ausgleiten und wurde dieses zuletzt so erheblich, dass die Mauer gänzlich abgetragen werden musste. Dieses Ereigniss findet man in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1851, vollständig beschrieben und durch eine beigefügte Zeichnung näher erläutert, worauf näher verwiesen wird.

Hat man die Ueberzeugung gewonnen, dass der Felsboden, auf welchem ein Gebäude errichtet werden soll, fest und sicher ist, so genügt es, wenn man den Grund, worauf die Mauern aufgeführt werden sollen, mit etwa 30 Zentimeter tiefen Fundamenteinschnitten versieht, welche Einschnitte aber stets völlig wagerecht abgeebnet werden müssen. Ist der Baugrund dann in Abhängen, so würde es einen zu bedeutenden Kostenaufwand erfordern, wollte man die Fundamenteinschnitte sämmtlich in gleiches Niveau bringen; es würde dadurch nicht allein ein sehr bedeutender Aufwand an Arbeitslohn für tieferes Aushauen der Einschnitte, sondern auch an Material zum späteren Ausmauern der tiefer gelegten Fundamenteinschnitte entstehen, ohne dass dadurch irgend ein grösserer Vortheil erreicht würde. Um daher solche Ausgaben zu vermeiden, die in diesem Falle zum grossen Theil ganz überflüssig sein würden,

stellt man die Fundamenteinschnitte in der Art her, dass sie treppenförmige Absätze mit wagerechten Grundflächen und senkrechten Wänden bilden. Geneigte Flächen dürfen aber zur Fundamentsohle durchaus nicht angewendet werden, wo der Druck ein senkrechter ist, indem dann leicht bei irgend welcher Gelegenheit ein Abgleiten der Fundamentmauern entstehen kann.

Die festesten Felsarten als Baugrund sind der Porphyr, Porphyrschiefer, Granit, Kalk- und Sandstein.

Nicht so fest und nicht selten sogar gefährlich sind der Thonschiefer, Gips, Mergel und überhaupt alle Steinarten neuerer Formation, indem sie theils sehr leicht verwittern, auch nicht in starken Lagen vorkommen und meistens in schrägen Lagen anstehen, wo dann das Regen- und Schneewasser bei der geneigten Lage der Schichten sehr leicht in die Zwischenräume eindringt und nach und nach sich Theilchen vom Gesteine ablösen oder dasselbe durch Frost aus einander gesprengt wird, oder endlich dasselbe durch die fortwährende Einwirkung der Atmosphäre und ihrer Niederschläge auch nach und nach völlig aufgelöst wird. Es ist daher bei Bauausführungen in und auf solchem Gestein immer die grösste Vorsicht anzuwenden.

2. Der Kiesgrund.

Der reine Kiesgrund kann, da derselbe sich immer nur bei einer heftigen Strömung niedergeschlagen hat und demnach jedenfalls eine feste Ablagerung desselben mit Sicherheit anzunehmen ist, sobald derselbe nur eine hinreichende Mächtigkeit besitzt, etwa 3 Meter und darüber, ohne jede weitere Befestigung des Bodens zur Ausführung sowol leichterer als auch schwererer Gebäude benutzt werden, ohne dass ein späteres Nachgeben des Bodens unter der Gebäudelast zu befürchten wäre.

Man muss aber dennoch trotz der Festigkeit eines solchen Grundes insofern behutsam zu Werke gehen, dass man die Baugrube nicht bis unter den Wasserspiegel nebenliegender Flüsse oder Bäche oder bis unter das Grundwasser senkt und dieselbe dann trocken legen will. Durch den hierbei sich augenblicklich einstellenden Wasserzudrang, welcher durch das Ausschöpfen noch mehr verstärkt wird und wodurch die Quellen noch stärker geöffnet werden, wird der Boden sehr stark aufgelockert und mehr oder weniger treibend gemacht. Die feineren Sandtheilchen, welche zwischen den gröberen Sandkörnern lagern, werden durch das aufdringende Wasser in die Höhe geworfen und verliert dadurch der Kies seine feste und geschlossene Lage. Ist man aber dennoch genötigt, die Fundamente des Gebäudes bis unter das Grundwasser hinunterzuführen, indem die feste Kiesschicht, auf welcher gegründet werden soll, so tief wegliegt und der lockere Boden darüber abgeräumt werden muss, so ist es unter allen Umständen das Zweckmässigste, das Ausschöpfen der Baugrube ganz zu unterlassen und das Grundwasser in der Baugrube ungehindert aufsteigen zu lassen. Kann man dann den lockeren Boden nicht durch Ausgraben mit Handschaufeln beseitigen, so muss man denselben ausbaggern und alsdann, nachdem die Grubensohle durch Ausgraben oder Ausbaggern bis zur erforderlichen Tiefe gebracht ist, das Fundament bis über den Wasserspiegel aus Beton herstellen, wodurch dann gleichzeitig auch wieder die Quellen verstopft werden; oder man füllt, wie nachstehend noch näher angegeben wird, den Fundamentgraben bis zur Wasserhöhe wieder mit reinem Sande aus. Liegt die Kiesschicht höher und erreicht man sie schon beim Eintritt des Grundwasser, so würde es eine unnütze Kostenverschwendung

sein, dieselbe noch weiter abzugraben. Ist eine solche Kiesschicht ferner dem Angriffe eines vorbeifliessenden Wassers ausgesetzt, so müssen unter allen Umständen solche Vorkehrungen getroffen werden, dass dieselbe nicht unterspült werden kann, weil dieses sofort eine Senkung der darüber aufgeführten Mauer zur Folge haben würde.

Hat aber eine solche Kiesschicht nicht die genügende Mächtigkeit, um mit aller Sicherheit und ohne ein späteres Nachgeben befürchten zu müssen, das Gebäude darauf aufführen zu können, so muss man durch eine vermehrte Verbreiterung der Fundamente diesen nachtheiligen Umstand möglichst zu vermindern suchen; gleichzeitig ist es aber auch notwendig, dass das Mauerwerk mit einem rasch und stark bindenden Mörtel ausgeführt werde, damit die Mauermasse sehr bald eine festere und kompakte Masse bildet, die im Ganzen auf den Untergrund presst. Denn hat das Mauerwerk sich erst zu einer festen Masse gebildet und ist also der Mörtel erhärtet, so ist es weniger zu befürchten, dass sich einzelne Theile der Mauer mehr senken, wie andere und somit eine gewaltsame Trennung der Mauer stattfinde, weil dann jeder einzelne Stein mit dem anliegenden durch erhärteten Mörtel fest verbunden ist und alle Steine sich wieder gegenseitig spannen und sich gegenseitig unterstützen, sodass eine Verschiebung nicht wol stattfinden wird, es sei denn, dass ein Theil der Mauer bedeutend stärker belastet würde. Hierdurch wird dem ungleichen Senken einzelner Mauertheile bei übrigens gleichmässiger Belastung, sehr wesentlich vorgebeugt. Mit dem gewöhnlichen Luftmörtel lässt sich dieses aber nicht so rasch erzielen und am allerwenigsten bei Fundamentmauern, wo die Erdfeuchtigkeit wieder direkt auf den Mörtel einwirken kann, und so dessen Erhärtung nicht allein verhindert, sondern denselben sogar noch zersetzt. Eine grössere Spannung oder innere Verbindung in der Mauer kann man auch noch durch Einlegen von Bandeisenstreifen hervorbringen, wovon später noch näher die Rede sein wird.

3. Der Sandgrund.

Besteht der Sandgrund aus einer Lage reinem Sande, deren Mächtigkeit 3 Meter und darüber beträgt und ist dieselbe nicht mit Wasseradern durchzogen, die in einen naheliegenden Brunnenschacht oder in eine in der Nähe befindliche Bodenvertiefung sich entleeren, oder ist dieselbe keinen Strömungen ausgesetzt, so liefert eine solche Sandschicht immer einen sehr guten Baugrund, auf welchem die schwersten Gebäude aufgeführt werden können, indem der Sand in einem abgelagerten Zustande nur sehr wenig oder fast gar nicht komprimirbar ist. Findet man nun eine Sandschicht vor, so hat man sich übrigens zunächst darüber zu vergewissern, dass die Sandschicht keine Schichten fremder Bestandtheile enthalte oder mit diesen gar abwechseln; denn da der Sand durch Aufschwemmung abgelagert ist, so kann es doch auch vorkommen, dass dergleichen fremdartige Schichten sich in der Sandablagerung vorfinden. Bei dem Bau eines Zuckersiedereigebäudes, wo der Baugrund nicht allein, sondern auch das umgebende Terrain in grösserer Entfernung nur aus Sandboden bestand, fand sich in einer Tiefe von etwa 2,19 Meter unter der Oberfläche eine etwa 23 bis 31 Zentimeter starke Moorschicht, welche sich in der angegebenen Tiefe in grösserer Ausdehnung erstreckte und nach der Richtung des in der Nähe vorbeifliessenden Flusses sich sanft absenkte und hier verlief. Diese Moorschicht musste in der ganzen Ausdehnung der Fundamente beseitigt werden, welches auch ohne alle Schwierig-

keiten ausgeführt werden konnte, indem sich kein Grundwasser einstellte, sondern dieses sich erst in einer erheblich grösseren Tiefe vorfand, wie sich bei einem in der Nähe des Gebäudes gesenkten grösseren Brunnenschachte zeigte.

Beim Sandboden hat man sich übrigens noch mehr wie beim Kiesboden dafür zu hüten, die Sohle der Fundamentgräben noch bis unter das Grundwasser zu senken, wenn man die Baugrube durch Ausschöpfen trocken legen will, indem sich dann ebenfalls augenblicklich Quellen bilden, die aber den Boden wegen der geringeren Schwere der einzelnen Sandkörnchen in einem weit höheren Grade auflockern, als dieses beim Kiesboden der Fall ist. Durch eine beabsichtigte Trockenlegung der Baugrube würde in solchem Falle die Quellenbildung im höchsten Grade befördert werden und der vorher festgelagert gewesene Sand würde durch das gewaltsame Oeffnen der Quellen sich dann als Quell- oder Triebsand gestalten und es würden dann Höhlungen in demselben entstehen, in welcher Beschaffenheit derselbe aber hier nicht mehr als natürlich fester Baugrund würde angesehen und mit Sicherheit würde benutzt werden können. Es würde durch die spätere Belastung der Boden wieder zusammengedrückt werden, indem die vorher aus ihrer geschlossenen Lage gebrachten Sandkörnchen durch die Wirkung der Belastung wieder eine veränderte Lage annehmen würden. Erfordert es aber dennoch der Zweck und die Anordnung des Bauwerks oder liegt die feste Sandschicht selbst erst unter dem Niveau des Grundwassers, dass die Fundamente bis unter das Grundwasser gesenkt werden müssen, so muss auch hier in derselben Weise verfahren werden, wie oben beim Kiesgrunde angeführt ist, nämlich dass man das Grundwasser ungehindert aufsteigen lässt, die Seitenwände der Fundamentgrube gegen Einsturz sichert und dann bis auf die feste Sandschicht ausgräbt oder ausbaggert.

Selbst sehr feiner Sand liefert, wenn derselbe nur in hinreichender Mächtigkeit lagert und nicht mit Wasseradern durchzogen oder Strömungen ausgesetzt ist, einen sehr guten Baugrund, auf welchem man ebenfalls mit aller Sicherheit sowol leichtere als auch schwerere Gebäude aufführen kann, ohne ein Nachgeben des Grundes befürchten zu müssen. Ein solcher Sandboden kann aber wieder sehr leicht gefährlich werden, wenn man in der nächsten Nähe eines darauf aufgeführten Gebäudes Brunnen senkt, welche nach ihrer Vollendung stark benutzt werden, wie dieses schon durch manche Beispiele bewiesen ist.

Es soll hier unter Andern ein hierauf bezügliches Beispiel angeführt werden.

In der Nähe eines älteren Gebäudes, welches vor 70 Jahren erbaut war, und welches bis dahin ohne alle Risse und Sprünge bestanden hatte, wurde auf nachbarlichem Grunde ein Brunnenschacht gesenkt. Die damit beschäftigten Arbeiter setzten nach genügender Senkung des Schachtes eine Pumpe in denselben ein und wurde nun zur Beseitigung des sogenannten wilden Wassers im Schachte während 12 Stunden anhaltend und sehr stark gepumpt, bei welcher Gelegenheit die Pumpe eine Menge Sand gleichzeitig auswarf, in Folge dessen aber auch der Sandgrund im Schachte sich hob. Die unmittelbare Folge davon war, dass der Giebel des erwähnten Gebäudes unter starkem Krachen sehr erhebliche Risse bekam, die aber erst nach längerer Zeit wieder aufhörten, sich zu vergrössern. Durch das unaufhörliche starke Auspumpen strömte das Wasser von allen Seiten her dem Brunnenschachte zu und führte gleichzeitig auch aus entfernteren Gegenden den feinen Sand mit sich, wodurch der benachbarte Grund erheblich unterhöhlt wurde und in Folge dessen die Senkung des betreffenden Giebels entstand.

Gegen Unterspülung hat man den Sandboden durchaus zu schützen und zwar um so mehr, da der Sand, auch selbst in ganz geschlossener Lage, wenn er dem Angriff eines fliessenden Wassers ausgesetzt ist, sehr leicht treibend wird und dann unter dem Druck einer Gebäudelast um so eher nach derjenigen Richtung hin ausweicht, wo er den geringsten Widerstand findet. Wegen dieses letzteren Umstandes sind daher auch in solchem Falle, wo der Sandboden gegen ein stehendes Wasser sich senkt und in unmittelbarer Nähe desselben Gebäudes aufgeführt werden sollen, solche Vorkehrungen zu treffen, dass ein Ausweichen des Sandbodens nach dieser Seite hin nicht stattfinden kann. Um dieses zu erreichen, wendet man am zweckmässigsten eine Spundwand an, die in der ganzen Ausdehnung des aufzuführenden Gebäudes in einiger Entfernung von demselben eingeschlagen wird; gleichzeitig muss aber auch die Sohle des Fundamentes mindestens 60 bis 90 Zentimeter tief unter dem Niveau des niedrigsten Wasserspiegels gelegt werden.

Ein festgelagerter Sand in der Tiefe gibt auch beim Einrammen der Pfähle, diesen immer einen sehr sicheren Stand und hat man, sobald die Pfähle mit ihren Spitzen in einen solchen Boden einigermaassen tief und bis zum Feststehen hinabgetrieben worden sind, kein weiteres Setzen des Fundamentes zu befürchten; dasselbe findet auch beim Kiesgrund statt. Selbst der Triebsand gewährt in dieser Beziehung Sicherheit, sobald man nur davon überzeugt sein kann, dass er nicht durch irgend eine äussere Veranlassung in Bewegung kommt oder gebracht werden kann.

Hat man die Fundamentgrabeneinschnitte ausgegraben, so ist es sehr zweckmässig, nachdem die Grabensohle vollständig abgeebnet ist, dieselbe stark mit Wasser zu beschütten, wodurch erreicht wird, dass die obere Sandschicht, welche durch äusserlich mechanische Einwirkung etwas aufgelockert ist, sich fester wieder ablagert, indem die einzelnen Sandkörner durch das darauf ausgegossene Wasser, welches von oben nach unten eindringt, sich wieder näher an einander legen. Durch Stampfen würde dieses nicht im entferntesten erreicht werden, denn die Stösse oder Schläge, welche den Sand von oben treffen, bewegen ihn nur hin und her, ohne dass er aber dadurch in seinen oberen Schichten wieder fester sich ablagert. Ist die Sohle der Baugrube unter Wasser, so fällt dieses Verfahren natürlich ganz weg und bringt man, wenn der Abraum gehörig beseitigt ist, die Betonschüttung oder Sandschüttung unmittelbar darauf und sucht diese dann zu befestigen, wie nachfolgend näher angegeben wird.

4. Der Lehmboden und Thonboden.

Der Lehmboden ist, wenn man ihn tiefstehend und von sehr dichter und gleichmässiger Beschaffenheit findet, immer ein sehr sicherer Baugrund, indem er weder eine bedeutende Kompression erleidet, noch sich seitwärts schiebt, sobald er belastet wird. Man kann desshalb beim Vorfinden einer solchen Lehmschicht, sobald dieselbe nur eine Mächtigkeit von mindestens 2 Meter hat, unter Berücksichtigung der in folgendem Paragraph angeführten Bedingungen schon ein ziemlich bedeutendes Gebäude darauf errichten, ohne dass hier eine weitere künstliche Befestigung des Grundes erforderlich wird, und dieses um so mehr, da man bei gleichmässiger Beschaffenheit der Lehmschicht gewöhnlich voraussetzen kann, dass dieselbe mit einer Sandschicht unterlagert ist oder auch nicht selten mit derselben abwechselt. Hat die Lehmschicht noch eine bedeutendere Mächtigkeit und ist dieselbe überall von gleichmässiger

Beschaffenheit, welches sich durch Bohrversuche leicht ermitteln lässt, so kann man ohne irgend eine weitere Befestigung des Bodens vornehmen zu müssen, die grössten Gebäude mit aller Sicherheit darauf aufführen.

Wird der Lehmboden aber durch Feuchtigkeit erweicht, indem das sich darüber ansammelnde Regen- oder Schneewasser nicht abfliessen und entfernt werden kann, sondern entweder hier verdunsten oder einsickern muss, so wird dadurch die frühere Tragfähigkeit desselben jedenfalls sehr bedeutend beeinträchtigt, welches auch für die Folge immer noch bemerkbar bleibt, indem ein fortwährendes Setzen des darauf aufgeführten Gebäudes in einem mehr oder minder hohen Grade stattfinden wird, wenngleich das Gebäude auch anfangs gehörig unterstützt zu sein schien. In diesem Falle wird dann der Boden wegen seiner weicheren Beschaffenheit nicht so sehr zusammengepresst, sondern durch die darauf drückende Last wird er mehr nach den Seiten hin ausgedrängt und quillt er dann ausserhalb der Grundfläche des drückenden Körpers in die Höhe.

Ebenso, aber in einem noch verstärkten Grade ist dieses bei dem Thonboden der Fall. Dieser widersteht auch, so lange er genügend trocken ist und in diesem Zustande erhalten werden kann, durch seine grosse Zähigkeit einem sehr starken Druck, sobald er aber mehr Wasser in sich aufgenommen hat, sodass er erweicht wird, hört seine Tragfähigkeit auf, wenigstens ist sie dann sehr beschränkt und bietet durchaus keine genügende Sicherheit mehr, zumal der Thon die einmal aufgenommene Feuchtigkeit nicht wieder abgibt. Dem Thonboden ist aber überhaupt mehr zu misstrauen als dem Lehmboden, weil er meistens von ungleicher Beschaffenheit ist und nicht selten vom Bodensatz stehender Wasser, von Landseen oder Sümpfen, oder vom Niederschlag der Fluten herrührt und daher nicht selten, sondern sogar sehr häufig vegetabilische Ueberreste in sich schliesst, die sich schichtenweise darin abgelagert haben. Es hat aber ferner auch der Thon nie die Mächtigkeit, wie der Lehm und ist auch höchst selten von so gleichmässiger Beschaffenheit als der Lehm.

Es sind daher unter Umständen beide Erdarten als Baugrund gefährlich oder doch unzuverlässig, namentlich aber der Thonboden. Bei beiden Erdarten hat man daher sehr darauf zu achten, dass, im Fall dieselben als Baugrund benutzt werden sollen, alle von Aussen darauf einwirkende Nässe, welche ein Erweichen des Grundes herbeiführen könnte, möglichst abgehalten werde. Hierzu ist namentlich erforderlich, dass der Lehm- oder Thonboden nicht fortwährend vom Wasser bespült werde; ferner dass bei länger anhaltendem feuchten und regnichten Wetter das Wasser sich in unmittelbarer Nähe der Baustelle nicht ansammeln könne und einsickere, sondern es muss dafür möglichst Sorge getragen werden, dass alles in der Nähe sich sammelnde Wasser auf dem kürzesten Wege in dichten und glatten Rinnen abgeleitet werde. Ist der Boden aber bereits erweicht und soll derselbe dann als Baugrund benutzt und ein Gebäude darauf errichtet werden, so ist eine künstliche Befestigung desselben notwendig erforderlich, wovon später ausführlicher die Rede sein wird.

Dass eine gehörige und anhaltende Trockenlegung eines solchen Terrains auf die Festigkeit des Bodens von sehr erheblichen Einfluss ist, kann man namentlich bei aufgeschwemmten Lettengrund, der bekanntlich zu den schlechtesten Baugründen zu zählen ist, deutlich wahrnehmen, indem hierbei diejenigen Stellen, die eine etwas höhere Lage haben und wo also eine schnellere Ab-

führung des Regenwassers stattfindet, eine bedeutend grössere Tragfähigkeit besitzen und unter besonderen Umständen sogar ohne weitere künstliche Befestigung zur Aufführung von Gebäuden benutzt werden können.

Bei der Untersuchung des Lehmbodens mittelst Erdbohrer ist immer die grösste Vorsicht zu beachten, und hat man genau darauf zu sehen, ob derselbe in einzelnen Schichten oder Streifen von verschiedener Farbe ablagert oder ob die Farbe durchgängig gleich ist und vielleicht nur aus dem helleren in das dunklere Braun übergeht, welches letztere nicht selten vorkommt, aber durchaus nicht die Tragfähigkeit des Grundes beeinträchtigt. Im ersteren Falle dagegen findet man, namentlich wenn die Farbe der abgelagerten Streifen graublau ist oder fast ins Schwarze übergeht, dass diese Streifen meistens nur eine geringe Mächtigkeit haben und dann nicht selten sehr weich oder gar morastig und mit vegetabilischen Ueberresten angefüllt sind. Man darf sich aber alsdann nicht täuschen lassen und annehmen, weil eine solche Lehmschicht vorhanden und selbst auch in dem Falle nicht, wenn dieselbe einige Mächtigkeit hat, der Baugrund sei tauglich und als natürlich fest anzusehen und daher ohne weitere künstliche Befestigung als solcher zu benutzen. Ein solcher Grund ist meistens ein aufgeschwemmter oder auch wol gar ein aufgefüllter Boden, der eine längere Zeit wieder unter Wasser gestanden und wo das Wasser dann die Auffüllung aufgeweicht und diese sich in solchem aufgeweichten Zustande nach Abzug des Wassers nach und nach abgelagert hat. Der Beweis dieser letzteren Annahme geht daraus hervor, dass man nicht selten in den verschiedenen abgelagerten meistens sehr weichen Schichten Ziegelbrocken, Scherben, altes Gesträuch und dergleichen findet. Der Verfasser fand in einem solchen Boden, etwa 1,5 Meter unter der Terrainoberfläche, die Ueberbleibsel eines alten Weidezauns, wobei noch das Eigenthümliche war, dass das ringsum ausgegrabene Erdreich aus ziemlich trocknen Lehmboden bestand. Auf diese Ueberbleibsel stiess man, als man den Boden zu dem Keller des aufzuführenden Gebäudes ausgrub. Dass aber ein solcher Boden niemals als ein natürlich fester Baugrund benutzt werden kann, und ohne vorherige künstliche Befestigung desselben kein grösseres Gebäude mit Sicherheit darauf aufzuführen ist, ist wol leicht einzusehen, denn nicht allein, dass der Lehm in dem erweichten Zustande fortwährend nachgeben würde, sondern auch die weicheren Schichten in demselben würden eine bedeutende Kompression dadurch erleiden und in Folge dessen würden jedenfalls wieder sehr ungleiche Senkungen des Gebäudes entstehen.

Ein mit vielem Sande und Steinüberresten vermischter Lehmboden, der sogenannte „Löss“, aus der Zersetzung und Auflösung mannichfacher Felsarten hervorgegangen, gemengt mit mehr oder weniger quarzigem Sande, mit Eisenocker, auch wol mit Kalkerde, in welchem sowol eine Menge kleinerer als auch sehr grosser Steine gefunden werden, liefert stets einen sehr guten Baugrund, indem diese Erdart, wo man sie findet, immer eine sehr grosse Mächtigkeit hat. Der Löss tritt an hochgelegenen Stellen auf, bis zu 180 Meter über der Höhe des Meeresspiegels und reicht bis zu den tiefsten Punkten hinab.

Ein solcher Boden kann stets ohne alle weitere künstliche Befestigung als Baugrund benutzt werden und man kann die grössten und schwersten Gebäude darauf aufführen, ohne ein Nachgeben befürchten zu müssen. Man hat aber hierbei die Vorsicht anzuwenden, die über die Oberfläche einer solchen Lössablagerung rinnenden Tagewasser in gehörig ausgepflasterten Rinnen ab-

zuleiten, weil dieselben sonst sehr bald und tief in die Massen einschneiden und dadurch in zu unmittelbarer Nähe eines aufgeführten Gebäudes die Fundamente desselben möglicherweise unterwaschen werden können.

§ 35. Von der erforderlichen Tiefe der Fundamente.

Die Tiefe der anzulegenden Fundamente auf gutem Baugrund richtet sich gewöhnlich nach derjenigen Tiefe, in welcher man unter der Oberfläche den guten Baugrund findet. Es kann aber auch vorkommen, dass schon die oberen Erdschichten die nötige Festigkeit haben, in welchem Falle man das Gebäude unmittelbar darauf anlegen könnte, wenn nicht noch verschiedene andere Umstände vorhanden wären, die durchaus nicht ausser Acht gelassen werden dürfen.

Im Allgemeinen geht man bei Anlage der Fundamente von der Ansicht aus, dass dieselben mindestens etwa 1 Meter tief unter der Erde angelegt werden müssen, damit sie nicht vom Froste leiden. Es ist aber keineswegs selten, dass bei lange anhaltendem kalten Winter der Frost, wenn der Boden locker ist, als z. B. bei Sandgrund, noch tiefer in die Erde eindringt, so dass also in diesem letzteren Falle selbst die angenommene Tiefe noch nicht einmal genügen würde.

Dass der Frost nachtheilig einwirken kann, liegt klar auf der Hand; ob aber diese Ursache allein die Tieferlegung der Fundamente erfordert, ist jedenfalls zu verneinen, wenigstens zu bezweifeln. Die Fundamente werden gewöhnlich absatzförmig aufgeführt, indem man die nächstfolgenden oberen Schichten eines Fundamentes von beiden Seiten oder von einer Seite her um die Stärke eines Quartierstücks einzieht und hiermit fortfährt, bis zu derjenigen Höhe, wo die reine Gebäudemauer anfängt. Diese Absätze geben aber alle ohne Ausnahme Veranlassung, dass das in die Erde eindringende Wasser auf denselben sich mehr oder weniger sammelt und in die horizontalen Fugen des Mauerwerks einzieht, so dass der Kalk, wenn das Mauerwerk mit gewöhnlichem Luftmörtel aufgeführt ist, in den Fugen stets bis zu einem gewissen Grad feucht bleibt. Auf diese Fugen wirkt aber der Frost ebenfalls ein und zwar eben so nachtheilig, wenn nicht noch nachtheiliger, als auf die untere Fundamentsohle. Es ist also damit, dass man nur die Fundamente etwa 1 Meter tief in die Erde einlegt, noch durchaus nicht den nachtheiligen Einwirkungen des Frostes vorgebeugt, wenn man nicht auch gleichzeitig dafür Sorge tragen kann, dass das in den Boden einsickernde Regen- oder Schneewasser nicht in die Kalkfugen des Mauerwerks eindringe. Zunächst wird durch die fortwährende Erdfeuchtigkeit der Mörtel mehr oder weniger zersetzt und bei der vorhandenen Feuchtigkeit wird derselbe durch Zutritt des Frostes gefrieren und sich ausdehnen und somit leicht ein Zersprengen der Mauersteine verursachen können; anderntheils verliert aber auch der Mörtel durch die unmittelbare Einwirkung des Frostes seine Bindekraft. Dieser Nachtheil ist aber jedenfalls eben so erheblich als derjenige, welchen der Frost auf die Fundamentsohle ausüben wird.

Dem nachtheiligen Einflusse, welchen der Frost auf das Fundamentmauerwerk ausübt, lässt sich wol mehr oder weniger ohne grosse Schwierigkeiten dadurch vorbeugen, dass man die Fundamente anstatt mit gewöhnlichem Luftmörtel, mit hydraulischem Mörtel aufführt, welcher binnen kurzer Zeit bindet und unter Einwirkung von Feuchtigkeit noch fester wird, und somit

den Einwirkungen des einsickernden Wassers und des Frostes hinreichend widerstehen wird. Durch die Anwendung eines hydraulischen Mörtels erreicht man aber ausserdem noch den bedeutenden Vortheil, dass die Erdfeuchtigkeit weniger stark in den Mauern aufziehen wird.

Der Frost kann durchaus nicht als Hauptursache angenommen werden, dass man die Fundamente bis zu einer gewissen Tiefe senkt, sondern dieses wird noch durch andere wichtige Gründe bedingt.

Alle weicheren Erdarten, wovon hierbei überhaupt nur die Rede sein kann, werden durch eine darüber aufgeführte ruhende Last verhältnissmässig gepresst. Je nachdem nun die Beschaffenheit des Bodens ist, kann derselbe durch dieses Gewicht so sehr zusammen gedrückt werden, dass seine Theile sich noch bedeutend nähern und dichter an einander legen, in welchem Falle der Boden aber zu den schlechteren Baugründen gerechnet wird und dann vorab eine künstliche Befestigung desselben erforderlich ist; oder ferner, es kann der Boden eine solche Beschaffenheit haben, dass er sich zwar nicht weiter zusammen pressen lässt, wenigstens eine Näherung seiner Theile an einander so unbedeutend ist, dass keine weitere Spur hiervon zu entdecken ist, wobei aber nichtsdestoweniger die Einwirkung der drückenden Last vorhanden bleibt, und diese Wirkung sich dann in ganz anderer Weise äussert. Denn da der Boden unter dem Druck der Last nicht weiter zusammen gepresst wird, derselbe aber nicht eine feste starre Masse bildet, sondern aus einer unzähligen Menge sich gegenseitig stützender kleiner Theilchen besteht, so entsteht notwendig das Bestreben, dass die belasteten Theilchen die nicht weiter belasteten ausserhalb der Fundamentsohle befindlichen Theilchen, wenn diese ohne Gegendruck sind, aus der Stelle zu drängen suchen. Da aber von den Seiten her ebenfalls ein gewisser Widerstand durch das gegen liegende Erdreich geleistet wird, also hier Gegendruck stattfindet, so kann das Ausweichen der aus ihrer Lage gedrängten Erdtheilchen nur nach der Richtung hin erfolgen, wo der geringste Widerstand stattfindet. Liegen nun die Fundamente einer Mauer auf der Oberfläche des Bodens oder nahe darunter, so kann das Ausweichen der aus ihrer Lage gedrängten Erdtheilchen nur nach Oben hin erfolgen, weil hier kein weiterer Gegendruck in diesem Falle vorhanden ist. Wenn ein solches Ausweichen dann auch nur in einem geringen Grade stattfinden wird, so ist dasselbe doch niemals ohne Einfluss auf das Gebäude oder dessen einzelne Theile. Trotzdem aber dieser Gegenstand von sehr grosser Wichtigkeit ist, so findet man dennoch sehr häufig, dass er gar nicht berücksichtigt wird.

Denkt man sich zunächst einen speziellen Fall, nämlich eine freistehende Mauer; dieselbe drückt mit ihrem ganzen Gewichte unmittelbar auf den Untergrund. Durch die Verbreiterung des Fundamentes wird eine Vertheilung des Drucks auf eine grössere Fläche hervorgebracht und somit also indirekt der Druck vermindert, aber durchaus nicht aufgehoben. Nimmt man nun ferner an, der Grund, worauf die Mauer ausgeführt sei, bestehe aus Sandboden, welcher eine genügende Mächtigkeit habe, die Mauer mit Sicherheit tragen zu können, so wird, wenn die Oberfläche des Sandbodens nicht weiter geschützt, sondern den Einwirkungen der Witterung unmittelbar ausgesetzt ist, in kürzerer Zeit durch das auffallende Regen- oder Schneewasser, oder durch den Frost die bis dahin geschlossen gewesene Lage der Sandoberfläche zerstört und dadurch jedenfalls gelockert werden. Ist dann das Fundament der Mauer in zu

geringer Tiefe oder gar, wie hier angenommen, auf der Oberfläche angelegt, so tritt leicht der Fall ein, dass durch die Last der Mauer der Grund verdrängt wird und diejenigen Theilchen des Bodens durch denselben fortgeschoben werden, welche nur geringen Widerstand leisten. Dieses findet nun unbedingt hier statt bei demjenigen Theil des Bodens, welcher sich unmittelbar ausserhalb der Fundamente befindet. Dieser Theil übt keinen weiteren Gegendruck als durch sein eigenes Gewicht, welches aber wieder zu geringe ist und daher nach derjenigen Richtung hingeschoben wird, wo der Widerstand am geringsten ist, oder kein anderer Widerstand stattfindet. Diese Richtung ist aber nach Oben hin und findet somit ein Heben des Bodens unmittelbar neben dem Fundamente statt. Denkt man sich nun den Fall, dass an einer Seite der Mauer eine Erdauffüllung, wenn auch nur einen Meter hoch aufgeschüttet wird, so entsteht hierdurch unbedingt eine Gegenwirkung und kann ein Ausweichen und Heben des Bodens hier nicht mehr stattfinden, wenigstens keineswegs mehr in dem Grade, wie an der anderen freiliegenden Seite der Mauer. Durch dieses alsdann einseitig stattfindende Ausweichen des Grundes wird die erforderliche regelmässige Unterstützung des Fundaments aufhören, es wird das Fundament nach dieser Seite hin sich senken und die unausbleibliche Folge davon wird ein Ausweichen der Mauer aus der lothrechten Richtung sein. Diesem Nachtheil kann aber nur dadurch vorgebeugt werden, dass man Gleichgewicht herstellt, und dieses lässt sich nur durch Gegendruck erreichen und zwar am einfachsten durch eine Erdaufschüttung, die bei hinreichender Höhe nicht allein den erforderlichen Gegendruck hervorbringt, sondern ausserdem auch noch die nachtheiligen Einwirkungen der Witterung von der Fundamentsohle abhält. Da aber in gar vielen Fällen solche Erdaufschüttungen durchaus nicht anwendbar sind, so sucht man den erforderlichen Gegendruck dadurch zu erhalten, dass man die Fundamente bis zu einer gewissen Tiefe in die Erde legt und dieselben mit Erde bedeckt. Es ist daher keineswegs allein die befürchtete Einwirkung des Frostes, welche eine Tieferlegung der Fundamente bedingt, sondern es treten auch andere Umstände hervor, welche die Tieferlegung derselben notwendig machen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass eine Tiefe der Fundamente von etwa 1 Meter unter der Erde, selbst auch bei grösseren Gebäuden genügt und die dadurch erhaltene Erdaufschüttung oberhalb der Fundamentsohle in den meisten Fällen hinreicht, ein vollständiges Gleichgewicht herzustellen und ein Ausdrängen (Heben) des Bodens ausserhalb der Fundamente zu verhindern.

Nicht minder notwendig ist aber diese Vorsicht auch bei vorhandenem Lehmboden. Derselbe wird durch abwechselndes Regen- und Frostwetter an der Oberfläche sehr erweicht und förmlich aufgeschlossen und tritt dann bei Belastung desselben durch eine Mauer dieses Ausweichen des Bodens oder das Aufquillen nach Oben hin sogar sichtbar hervor. Auch hier kann diesem Nachtheil nur durch Auffüllung mit Erde abgeholfen werden, indem dadurch nicht allein die abwechselnde Witterungseinwirkung mehr oder weniger abgehalten, sondern auch der zur Herstellung des Gleichgewichts nötige Gegendruck hervor gebracht wird.

Man findet in manchen Gebäuden erhebliche Risse oder Ausweichungen einzelner Mauertheile aus ihrer lothrechten Stellung und gewöhnlich gibt man es darauf, dass die Fundirung mangelhaft ausgeführt worden sei. In sehr vielen Fällen mag dieses auch wol das Richtige sein, in manchen Fällen kann aber die Fundirung an und für sich ganz gut sein, man hat aber dann die oben

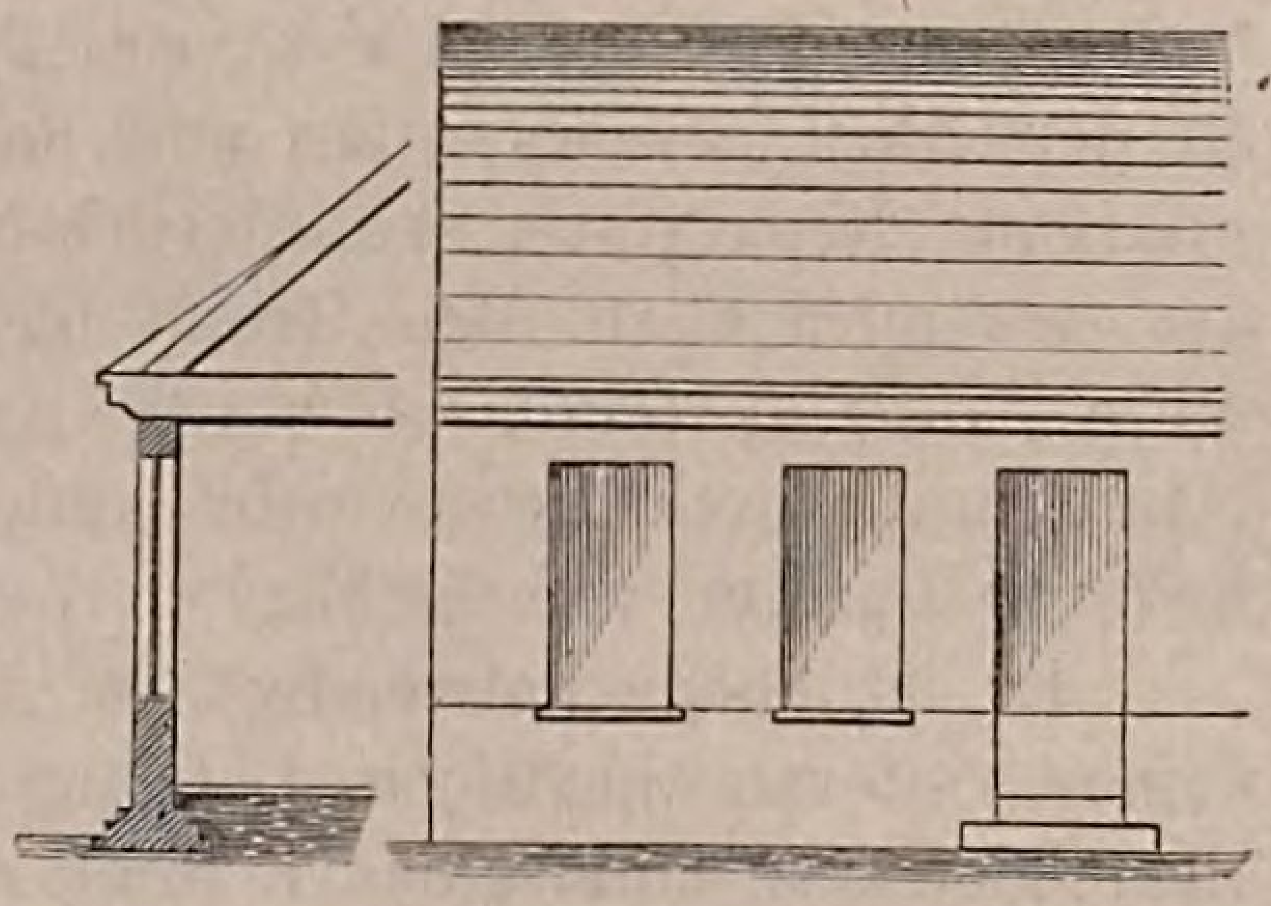
angedeuteten Umstände ganz und gar unberücksichtigt gelassen und in Folge dessen sind Senkungen und Ausweichungen entstanden.

Von der Richtigkeit der oben erwähnten Thatsachen kann man sich sehr leicht überzeugen, wenn man nur einmal schon längere Zeit aufgestellt gewesene Stapel von Mauersteinen mit ihrer unmittelbaren Bodenumgebung untersucht. Man wird hier nicht allein ein Ausdrängen (Heben) des Bodens unmittelbar ausserhalb eines solchen Stapels finden, sondern bei genauerer Untersuchung wird man sogar auch ein Ausweichen des Stapels aus der wagerechten Ebene beobachten können, und wenn dieses Letztere auch nur in sehr geringem Grade gefunden wird, so ist es dennoch immer vorhanden. Bei weicherem komprimirbaren Boden findet man wol ein Eindrücken der ganzen Last, aber kein Heben des äusseren Bodens.

Finden sich im Baugrunde weiche Stellen, die weniger Tragfähigkeit besitzen als der übrige Grund, so senken sich die auf diesen weicheren nicht weiter befestigten Stellen aufgeführten Bautheile leicht und gibt sich dieses dann durch Risse in den Mauern kund, die von Unten nach Oben hin sich verbreiten. Kommen dagegen Ausweichungen des Grundes in der Weise vor, wie oben angedeutet wurde, so geben sich diese in der betreffenden Mauer weniger durch Risse nach vertikaler Richtung kund, sondern dadurch, dass die Mauer in ihrer Höhe aus der lothrechten Richtung weicht, oder, wenn sie an ihrem oberen Theil irgendwie durch eingelegte Balken oder sonst festgehalten wird, ausbaucht, oder gar nach horizontaler Richtung spaltet.

Dieses Letztere hat der Verfasser mehrfach bei kleineren einstöckigen Gebäuden zu beobachten Gelegenheit gehabt und zwar in der Weise, dass sich in der Höhe der Fensterbrüstung eine horizontale Spaltung der Mauer zeigte, die nach der äusseren Seite hin sich erheblich erweiterte und dagegen an der inneren Seite kaum sichtbar war. Bei näherer Untersuchung eines solchen Falls, der in nebenstehender Figur 113 näher dargestellt ist, zeigte sich folgendes:

Figur 113.



Das Fundament des unmittelbar an die Strasse grenzenden Gebäudes war nur sehr wenig in den Boden gesenkt. Im Innern dagegen war das Gebäude etwa 45 Zentimeter über das Niveau des äusseren Terrains mit Erde ausgefüllt und konnte daher bei einem weiteren Ausdrängen des Grundes unter dem Fundamente ein Aufquillen des Bodens an der inneren Seite der Mauer nicht wol stattfinden, einmal nicht wegen der Auffüllung und ferner auch nicht wegen des darüber gelegten Fussbodens, welche beide Theile einen jedenfalls genügenden Gegendruck bewirkten. Ganz anders verhielt es sich aber an der äusseren Seite; hier lag die Fundamentsohle fast mit dem äusseren Terrain in gleichem Niveau und war somit der Grund der Einwirkung der Witterung unmittelbar ausgesetzt; ferner aber fand hier auch keinerlei Gegendruck statt oder doch nur in so geringem Grade, dass die in Folge des Gewichts der Mauer weggedrängte Erde die unmittelbar ausserhalb des Fundamentes liegende Erde aufdrängte. Dieses einseitige Ausweichen der Erde musste aber notwendig eine Senkung des Fundamentes und zwar fast in der

ganzen Länge nach der äusseren Seite hin nach sich ziehen, welches auch hier in der That der Fall war, wodurch dann die darüber aufgeführte Mauer gleichfalls ein Bestreben zum Ueberweichen erhielt. Oben wurde jedoch die Mauer wieder durch die darüber gelegten Dachbalken und die hieran befestigten Anker und Dachgesimse gehalten, so dass der obere Theil der Mauer der Bewegung des unteren Theils nicht in gleicher Weise folgen konnte, und es entstand daher in Folge dessen an der Stelle, wo die Fensterpfeiler sich auf die untere Brüstungsmauer setzten, eine horizontale Abspaltung, die im Innern kaum sichtbar war, dagegen äusserlich eine Weite von 5—10 Millimeter hatte. An denjenigen Stellen, wo Quermauern gegen die vordere Mauer stiessen, waren diese Risse, wenn eine gehörige Verbindung beider Theile stattfand, weniger sichtbar; dagegen zeigten sich in mehreren Fällen auch noch horizontale Spaltungen in den oberen Theilen der Fensterpfeiler, welche Spaltungen dann auch im Innern sehr wenig sichtbar waren.

Bei einer Gartenmauer, welche nur sehr wenig tief fundirt war und gegen welche äusserlich etwa 60 Zentimeter hoch Erde lag, zeigte sich das Ausweichen des Grundes dadurch, dass die Mauer sehr bedeutend nach der inneren Seite hin aus dem Lothe gewichen war.

Wenn nun schon bei solchen kleineren Gebäuden und Bauwerken, die im Ganzen verhältnissmässig nur geringe Schwere haben, sich Wirkungen der erwähnten Art zeigen, um wie viel mehr muss dieses sich bei grösseren und schwereren Gebäuden einstellen, deren Fundamente nur in einer solchen geringen Tiefe angelegt sind, dass die oben erwähnten nachtheiligen Wirkungen eintreten können.

Auch bei schon vorhandenen älteren Gebäuden berücksichtigt man nicht immer, dass durch ein unbedachtsames Abgraben des Bodens und gleichsam Bloslegen der Fundamente derselben, diese einem früheren Untergange zugeführt werden. Schon bei manchen alten Kirchengebäude hat man durch das Abgraben des äusseren Terrains zur Herstellung einer vielleicht etwas bequemeren Passage oder zu sonstigen Zwecken sehr bedeutende Reparaturen an denselben hervorgerufen und dadurch einen Zustand geschaffen, der fortwährende Reparaturen erforderlich macht, indem durch ein solches Abgraben der Gegendruck auf den Grund nicht allein vermindert, sondern auch gleichzeitig dadurch veranlasst wurde, dass nunmehr der Boden durch eindringende Nässe und durch Frost mehr aufgelockert und mit eintretendem Thauwetter dadurch leichter verschiebbar gemacht wurde.

Es ist daher notwendig, bei Anlage von Fundamenten auf Baugrund, der keiner weiteren künstlichen Befestigung bedarf, darauf zu sehen, dass dieselben in einer Tiefe von mindestens 1 Meter angelegt werden, damit nicht allein der Frost auf den Untergrund möglichst wenig einwirken kann, sondern dass auch durch die Auffüllung der nötige Gegendruck erhalten werde. Dieses letztere ist auch selbst in denjenigen Fällen zu berücksichtigen, wenn das aufzuführende Gebäude mit Keller versehen wird. Man darf in diesem Fall zur Ersparung von Material die Fundamente nicht so hoch anlegen, dass der Fussboden des Kellers später bis zu den Fundamenten herabgesenkt wird, sondern es muss auch hier die Tiefe derselben so bedeutend sein, dass durch die Auffüllung bis zum Kellerfussboden ein genügender Gegendruck erhalten werde, weil sonst im entgegengesetzten Falle nur Nachtheil für das Gebäude daraus entstehen würde. Die in diesem Falle erforderliche Tiefe braucht aber nicht grösser als 60 bis 70 Zentimeter zu sein, zumal, da der Keller schon meistens

tiefer unter der Oberfläche des äusseren Terrains liegt, die Einwirkung des Frostes mehr oder weniger ganz aufhört und daher eine Lockerung des Bodens durch denselben hier überall wol nicht mehr stattfinden kann. Ferner aber übt das Steinpflaster des Kellers auch einen erheblichen Gegendruck durch sein Gewicht aus.

§ 36. Vom künstlich befestigten Grunde.

Findet man bei Untersuchung des Grundes, dass erst in einer grösseren Tiefe eine feste Erdschicht anzutreffen ist, und dass die oberen bedeckenden Schichten aus loserem Erdreich von verschiedener und ungleichmässiger Beschaffenheit bestehen, und überhaupt von der Art sind, dass man nicht mit Sicherheit Gebäude darauf aufführen kann, so ist man genötigt, um das tiefe Senken der Fundamente bis auf die in der Tiefe vorhandene feste Schicht zu vermeiden, indem ein solches Senken der Fundamente nicht allein einen bedeutend grösseren Kostenaufwand erfordert, sondern nicht selten auch mit sehr grossen Schwierigkeiten verbunden und in manchen Fällen auch ganz unmöglich ist, den Grund in seinen oberen Schichten auf irgend eine Art so zu dichten oder doch so herzustellen, dass derselbe durch die später darauf aufzuführende Gebäudelast nicht weiter komprimirt werden kann, oder falls dieses dennoch stattfindet, es doch nur in so geringem Grade ist, dass keine bedeutenden Nachtheile für das Gebäude weiter daraus entstehen können; oder man trifft die Anordnungen so, dass der Druck der aufzuführenden Gebäudelast direkt auf die festere in der Tiefe liegende Erdschicht verpflanzt wird.

Man wendet zur Erreichung dieses Zweckes verschiedene Mittel an, je nachdem die Beschaffenheit des Grundes solches erforderlich macht, und zwar befestigt man den Grund

1) vermittelst des Dichtens des Grundes,
2) vermittelst des Einrammens von grobem Bauschutt,
3) durch Anwendung eines Schwellenrostes,
4) durch Anwendung eines Pfahlrostes,
5) durch Anwendung einer Betonschüttung,
6) durch Anwendung einer Sandschüttung und endlich
7) bedient man sich auch der Gründung mit gesenkten Brunnen und auch einzelnen Pfeilern.

Diese verschiedenen Arten der Befestigung des Grundes sollen nunmehr in den folgenden Paragraphen näher besprochen werden.

§ 37. Befestigung des Grundes vermittelst Dichten des Erdreichs.

Ist der Grund von ziemlich gleichmässiger Beschaffenheit, jedoch zu locker, als dass keine weitere Zusammenpressung desselben durch eine darauf aufzuführende Gebäudelast zu befürchten wäre, so lässt sich unter Umständen derselbe bis zu einem gewissen Grade dadurch dichten, dass man ihn mittelst einer Ramme zusammen stampft. Aber nicht jede Erdart eignet sich dazu in dieser Weise zusammen gestampft zu werden; denn wollte man z. B. durchweichten Lehm- oder Thonboden durch Stampfen mittelst einer Ramme dichten, so würde man einmal den beabsichtigten Zweck gar nicht erreichen, weil der Lehm einen zu zähen Zusammenhang hat, als dass der Schlag oder

Stoss der Ramme eine tiefere Wirkung hervorbringen kann, ferner aber würde dadurch der Boden nur noch schwammiger und an anderen Stellen gar wieder aufgetrieben werden. Loser Sandboden würde durch das Stampfen mit einer Ramme auch wenig mehr fest werden, sondern es würde derselbe durch das Aufstossen mit der Ramme nach den Seiten mehr hin- und herbewegt werden. Nur bei solchen sandigen Erdarten, denen Bestandtheile beigemischt sind, wodurch die Erde mehr oder weniger zusammenbackt, würde dieses Verfahren des Dichtens anzuwenden sein, es entsteht aber dann gleichzeitig auch die Frage, — ob unter allen Umständen für die Folge ein solches Dichten des Erdreichs als genügend erachtet werden kann, und ob nicht eindringende Nässe von Oben oder das aufsteigende Grundwasser die hervorgebrachte Dichtigkeit des Bodens wieder bedeutend vermindert oder dieselbe gar ganz wieder aufhebt? —

Durch das Rammen des Grundes entsteht jedenfalls eine Dichtung des Erdreichs; dieselbe erreicht aber keineswegs eine bedeutende Tiefe, weil bis zur Tiefe des Grundwassers durch dieses letztere die Wirkung des Schlages schon ganz abgeschwächt wird; ferner aber wird durch den Stoss der Ramme das Erdreich immer nur nach der Richtung des Stosses gedichtet, wo dagegen nach den Seiten hin keinerlei Dichtung stattfindet. Wenn nun auch in der Breite der Fundamentgrube die Erdschicht bis zu einer gewissen Tiefe gedichtet ist, so kann von den Seiten her jede eindringende Feuchtigkeit wieder unmittelbar auf die bis dahin fest gestampft gewesene Erde einwirken und wieder schwammiger machen, ohne dass ein in Folge dessen entstehendes Ausweichen oder Ausdringen des genannten Bodens irgendwie verhindert werden kann. Aber auch abgesehen hiervon, so hat die gestampfte Schicht doch nicht eine genügende Tiefe und einen hinreichenden Zusammenhang mit den seitwärts angrenzenden Erdschichten und überhaupt zu wenig Ausdehnung, um den Druck einer grösseren Last unter allen Wechselfällen auf die Dauer widerstehen zu können. Es ist daher diese Art der Befestigung des Grundes durchaus nicht zu empfehlen, weil sie auf längere Zeitdauer nicht genügende Sicherheit gewähren kann. Wird aber dennoch beabsichtigt, den Grund nur durch Stampfen zu befestigen, so lassen sich die angeführten Nachtheile nur dadurch einigermaassen aufheben, dass man nicht nur die zu stampfende Fläche sehr erheblich verbreitert, sondern gleichzeitig auch die Fundamente erheblich breiter anlegt und dadurch den Druck der späteren Gebäudelast auf eine grössere Fläche zu vertheilen sucht, wodurch der Druck auf jede Einheit der tragenden Fläche jedenfalls geringer wird.

§ 38. Befestigung des Grundes vermittelst Einrammens von Bauschutt.

Diese zweite Art der Befestigung des Grundes, welche der im vorigen Paragraph erwähnten unter allen Umständen vorzuziehen ist, wird in folgender Weise ausgeführt.

Nachdem man die Fundamentgruben in der gehörigen Breite und Tiefe ausgegraben und deren Sohle wagerecht abgeebnet hat, wird darüber in der ganzen Ausdehnung eine etwa 28 bis 30 Zentimeter hohe Lage groben Stein- oder Bauschutts dicht gepackt, ausgebreitet. Diese Lage Bauschutt wird mittelst einer Schwung- oder Zugramme, welche von zwei Mann geführt wird und welche ein Gewicht von 250 bis 600 Pfund und darüber hat, je nachdem

das aufzuführende Gebäude ein leichteres oder schwereres wird, ganz eingerammt, indem man das Rammgestell nach Erforderniss versetzt. Das Zusammenrammen einer Stelle wird so lange fortgesetzt, bis die Steinbrocken weggeschlagen sind und das weichere Erdreich zwischen den Steinbrocken wieder hervordringt, oder bis dieselben fast gänzlich zerkleinert und der Boden vollständig eben gerammt ist. Dieses Letztere findet aber beim Einrammen der ersten Lage höchst selten und zwar nur dann statt, und dann auch immer nur in geringerem Grade, wenn in geringerer Tiefe eine feste Sandschicht vorhanden ist. Auf diese erste Lage wird dann eine zweite eben so starke Lage groben Bauschutts ausgebreitet und dieselbe ganz in gleicher Weise eingerammt, wie die erste Schicht. Dieses Aufbringen von groben Bauschutt und das Wegrammen desselben wird so häufig wiederholt, bis die Ramme beim jedesmaligen Niederfallen nicht mehr eindringt und auch der Boden nach den Seiten hin nicht mehr gehoben wird, sondern die ganze Sohle sich als eine ebene und feste Grundfläche zeigt.

Durch ein solches Einrammen von Bauschutt wird der Grund nicht allein nach unten, sondern nach allen Seiten hin bedeutend komprimirt. Durch die eingerammten Steinbrocken wird die Erde weggedrängt und da nach oben hin kein Ausweichen derselben stattfinden kann, so muss unbedingt eine sehr bedeutende Dichtung derselben stattfinden. Dieses geht deutlich daraus hervor, dass die Fundamentgrabensohle durch die darauf gebrachten und dann zusammengerammten Bauschuttlagen in den wenigsten Fällen erhöht wird, sondern gewöhnlich befindet sich nach vollendeter Rammarbeit die Oberfläche der letzten festgerammten Schuttlage noch unter dem Niveau der ursprünglichen Grabensohle. Wie tief die einzelnen Bauschuttlagen weggerammt werden müssen, darüber lassen sich durchaus keine solche bestimmten Regeln angeben, wie dieses in *Crell*'s Journal, Bd. II, Heft 4 geschehen ist, wo es heisst, dass man eine Lage groben Bauschutt einen Fuss hoch, in den Grundgraben bringen und diese bis auf 6 Zoll zusammenrammen soll; darauf soll man eine zweite ebenso starke Lage Schutt ebenfalls wieder bis auf 6 Zoll zusammenrammen u. s. w. Dieses Zusammenrammen richtet sich aber einzig und allein nach der Beschaffenheit des Grundes und nach der Schwere des angewendeten Rammbärs, und bei etwas weicherem Boden kommt es gewöhnlich vor, dass die ersten aufgeschütteten Lagen Steinschutt ganz und gar weggerammt werden, ohne dass bis dahin eine irgend erhebliche Festigkeit des Bodens erreicht wird.

Diese Art der Grundbefestigung vermittelst Einrammens von Bauschutt lässt sich bei jedem weicheren Boden anwenden; selbst bei erweichten Lehm- und Thonboden ist dieselbe mit gutem Erfolge angewendet worden; ebenso auch, wenn in nicht bedeutender Tiefe Triebsand gefunden wurde, hat man zur Befestigung der oberen weicheren Schichten den Rammbeton mit Erfolg angewendet. Es werden nämlich die Einschnitte zu den Fundamenten in gehöriger Breite und in einer Tiefe von etwa 1 Meter ausgegraben und dann die den Sand noch bedeckenden weicheren Erdschichten, wie oben angegeben, mit Rammbeton gedichtet und befestigt. Diese Befestigung gewährt vollständige Sicherheit, nur hat man sich dann sehr zu hüten, später in unmittelbarer Nähe solche Arbeiten vornehmen zu lassen, wodurch die Sandschicht in Bewegung gesetzt wird und Höhlungen in derselben entstehen können, in Folge dessen leicht ein Ausweichen oder Nachgeben der Rammschicht stattfinden wird. Solche Höhlungen können aber dann nicht nur für das Gebäude

selbst, sondern auch für die anliegenden benachbarten Gebäude gefährlich werden, wie dieses durch das in § 34 angeführte Beispiel genügend bewiesen wird.

Die Befestigung des Baugrundes in dieser Weise ist manchmal sogar sehr schwierig; denn man trifft oft Stellen, die sehr weich sind, wo dagegen an anderer Stelle der Grund wieder fester ist; oder, wenn man erweichten Lehm- oder Thonboden zu befestigen hat, so entsteht vermöge der grossen Zähigkeit, welche diese Erdart auch selbst im erweichten Zustande besitzt, dass, wenn man den Rammbär an einer Stelle niederfallen lässt, sich der Boden an anderer Stelle wieder hebt. Um aber dann die Beweglichkeit des Bodens, wodurch die Befestigung desselben in dieser Weise sehr erschwert wird, aufzuheben oder doch zu vermindern, unterlässt man vorerst das Niederrammen der ganzen Bauschuttlage und beschränkt sich vorläufig darauf, einzelne Stellen besonders auszurammen und zwar in der Art, dass man während mehrerer Rammhitzen den Rammbär fortwährend auf eine Stelle niederschlagen lässt und die dadurch entstehende Vertiefung immer wieder mit grösseren Steinbrocken ausfüllt und diese niederrammt. Auf diese Weise erhält man einzelne Pfeiler, wodurch der Boden getrennt und das Heben des Grundes an anderen Stellen wieder mehr oder weniger verhindert wird; hierauf wird dann die übrige Schuttlage niedergerammt. Dieses Einrammen der ersten Schuttlage wird in der ganzen Länge des Fundamentgrabens fortgesetzt, zu welchem Zwecke das Rammgestell nach und nach weiter gerückt wird. In derselben Weise wird dann mit der zweiten Schicht verfahren und zeigt sich hierbei, dass das Heben des Grundes noch nicht aufgehört hat, so versucht man es auch bei dieser Lage mit Einrammen einzelner Pfeiler. Dasselbe Verfahren wendet man auch an, wenn im Grunde sich einzelne weichere Stellen zeigen; dieselben werden ebenfalls pfeilerartig und nachdem im Ganzen ausgerammt. Der Verfasser wendete dieses Verfahren bei Grundbefestigung von Gebäudegründen mehrfach an und wurden solche Pfeilerstellen bis zu einer Tiefe von 1,25 Meter und darüber ausgerammt. Mit einem zu leichten Rammbären erlangt man aber selten günstige Resultate, weil beim Niederschlagen eines solchen und bei der nur geringen Fallhöhe desselben die Wirkung des Schlages nicht tief genug eindringt; ist dagegen der Rammbär schwerer, so ist selbst bei einem Lehm- oder Thonboden die Wirkung des Schlages weit stärker und tiefer eindringend, wodurch aber einzig und allein in diesem Falle die Beweglichkeit des Bodens gehoben werden kann. Man sollte daher bei solchen Rammarbeiten nie einen leichteren Rammbären als von mindestens 300 Pfund Schwere anwenden.

Beim Aufbau zweier fünfstöckiger Speichergebäude, unter welchen beiden ein gewölbter Keller hergestellt wurde, liess der Verfasser, unter dessen Aufsicht diese Gebäude aufgeführt wurden, ebenfalls diese Gründungsart anwenden und geschah dieses in folgender Weise.

Das Terrain, auf welchen diese Gebäude aufgeführt werden sollten, lag unmittelbar an einem Flusse; die Lage des zu bebauenden Terrains war nach der Wasserseite hin sehr stark geneigt und zwar betrug das Gefälle auf jeden Meter etwa 16 Zentimeter. Der Grund bestand in der oberen Schicht, welche eine Mächtigkeit von etwa 0,94 bis 1,56 Meter hatte, meistentheils aus aufgefüllten Boden; darunter nur abwechselnd Lehm und Sand in einer weiteren Tiefe von etwa 1,25 bis 1,88 Meter und darunter folgte erst eine festere Sandschicht, welche an der höchsten Stelle des Baugrundes bis zu einer Tiefe von mindestens 3,76 Meter weglag.

Die unmittelbar am Wasser aufzuführenden Giebelmauern wurden auf einem Pfahlroste gegründet und ebenso auch ein Theil der Zwischen- und Seitenmauern und zwar auf einer Länge von 5,78 Meter von der äusseren

Fluchtlinie an gerechnet, landeinwärts. Die Oberkante des Bohlenbelags dieses Pfahlrostes lag 31 Zentimeter unter dem niedrigsten Wasserstande und wurde dieser Pfahlrost durch eine dichte za. 3,76 Meter tief eingerammte Spundwand gegen Unterspülung geschützt. Der übrige Theil der Seiten- und Zwischenmauern und vorderen Giebelmauern, sowie auch die Pfeiler im Innern der Gebäude mit Ausnahme der den erwähnten am Wasser belegenen Giebelmauern zunächst liegenden Pfeilern, welche auf Pfahlrosten fundirt wurden, wurden auf mit Bauschutt festgerammten Boden gegründet. Da, wie bereits angeführt wurde, der Bauplatz eine sehr geneigte Lage hatte, so wurden, nachdem der Pfahlrost in allen Theilen fertig und auch ein Theil der Mauern darüber aufgeführt war, die Einschnitte zu den übrigen Fundamenten der Seiten- und Zwischenmauern in treppenförmigen Absätzen angeordnet. Die Sohle der dem Pfahlrost zunächst gelegenen Abschnitte lag 94 Zentimeter über dem niedrigsten Wasserstande, also 1,23 Meter höher als die Oberfläche des Bohlenbelegs und erhielten diese Einschnitte eine Breite von 2,82 Meter und eine Länge von 5,78 Meter. Hierüber wurde eine 47 Zentimeter hohe Lage sehr groben Bauschutt (aus Ziegelbrocken bestehend) ausgebreitet und diese mittelst einer za. 650 Pfund schweren Schwung- oder Zugramme niedergerammt. Hierbei ist zu bemerken, dass die über dem Pfahlroste aufgeführte Mauer bis zu der Höhe der Sohle dieses ersten Einschnitts, also bis zu einer Höhe von 1,25 Meter aufgeführt war, um nach dieser Seite hin für den einzurammenden Bauschutt einen genügenden Widerstand zu erhalten. Nachdem nun die erste Schuttlage vollständig weggeschlagen war, womit aber gleichzeitig auch die Sohle des Einschnitts sich sehr erheblich gesenkt hatte, wurde eine zweite 31 Zentimeter hohe Lage Schutt ausgebreitet und ebenfalls niedergerammt. Beim Niederrammen dieser Lagen zeigte sich aber der Boden so sehr erweicht, dass es anfänglich schien, als ob es nicht gelingen werde, auf diese Weise den Grund befestigen zu können, namentlich, da noch der nachtheilige Umstand eintrat, dass das Wasser im Flusse stieg und die Einschnittsohle sich unter dem Niveau des äusseren Wasserspiegels befand. Das Eindringen des Wassers von oben in die Baugrube wurde durch einen vorher hergestellten Fangdamm vollständig verhindert. Um den Boden einigermaassen zum Stehen zu bringen, wurden einzelne Stellen, wie schon früher erwähnt, nieder gerammt und zwar so, dass unter stetem Nachwerfen von Steinbrocken der Rammklotz während mehrerer Hitzen immer auf ein und dieselbe Stelle niederschlug. Darauf wurde die ganze Lage wieder vorgenommen, und wenngleich auch beim jedesmaligen Niederschlagen des Rammklotzes Wasser und Schmutz nach allen Seiten umherflog, so wurde dennoch nicht eher eine neue Lage Schutt aufgebracht, als bis die alte Lage ganz weggerammt war. So wurden in diesen tieferen Einschnitten acht volle Lagen Schutt aufgebracht und niedergerammt, ohne denjenigen Schutt zu rechnen, welcher dazu benutzt wurde, die einzelnen Pfeilerstellen auszurammen und denjenigen, welcher aufgeworfen werden musste, wenn das Umherspritzen des Wassers und Schmutzes sich so vermehrte, dass es den Arbeitern, welche übrigens mit der grössten Ausdauer arbeiteten, zu sehr lästig wurde. Was diese Arbeit so sehr erschwerte, war nicht allein der höhere Wasserstand, sondern auch die sehr regnerische Witterung. Ungeachtet dieser sehr erschwerenden Umstände erhielt der Grund beim Niederrammen der letzten Schuttlage dennoch eine solche Festigkeit, dass der Rammklotz beim jedesmaligen Niederschlagen kaum einen Eindruck hervorbrachte und die einzelnen Steinbrocken hierbei gänzlich zerkleinert wurden, wobei übrigens noch zu bemerken ist, dass nach dem Festrammen der letzten Schicht die Sohle des Einschnitts noch mehrere Zentimeter unter der ursprünglichen Höhe derselben geblieben war. Nachdem nun dieser Theil genügend befestigt war, wurde darüber die Fundamentmauer mit Ziegelsteinen aufgeführt und mit der bereits aufgeführten Mauer in vollständigen Verband gesetzt, welches um so leichter war, da doch ein Theil der durch Rammen beschädigten Ecke abgenommen und erneuert werden musste Beide Theile wurden nunmehr bis zu einer weiteren Höhe von etwa 1,25 Meter aufgeführt, in welcher Höhe die Sohle der dann folgenden Einschnitte ausgegraben wurden. Diese Einschnitte lagen schon bedeutend höher und war die Befestigung derselben auch nicht mehr so schwierig; aber dennoch wurden 6 Lagen Bauschutt in den oben angegebenen Stärken nach einander aufgebracht und niedergerammt, ohne dass eine Erhöhung

der Sohle des Einschnitts nach völlig beendeter Rammarbeit erfolgte, im Gegentheil war auch hier dieselbe immer noch mehrere Zentimeter niedriger als vor dem Rammen. Dieses hatte wol wesentlich darin seinen Grund, dass die tieferen Erdschichten wegen des höheren Wasserstandes mehr oder weniger mit Wasser durchzogen waren und daher dem Eindringen der eingeschlagenen Steinbrocken geringeren Widerstand entgegen setzten.

Die inneren Pfeiler wurden korrespondirend mit den Seitenmauern in ganz gleicher Tiefe und auch ganz gleicher Weise wie diese fundirt.

Seit 1841 sind diese Speicher in Benutzung und während dieser Zeit stets belastet und häufig sogar sehr schwer belastet worden; es hat sich aber bis dahin noch kein Umstand gezeigt, woraus irgend auf eine mangelhafte Fundirung hätte geschlossen werden können, sondern es hat im Gegentheil der Erfolg der angewendeten Vorsicht durchaus und vollständig entsprochen.

Diese Art der Grundbefestigung mittelst Einrammen von Bauschutt würde bei Aufführung von Futtermauern oder überhaupt solchen Bauwerken, welche unmittelbar am oder im Wasser zu liegen kommen und hiervon fortwährend bespült werden, unter allen Umständen immer sehr gewagt sein und selbst dann würde dieses noch der Fall sein, wenn auch der Grund gegen Unterspülung durch eine dichte Spundwand geschützt werden könnte. Wenn dann in dieser Beziehung auch die Spundwand ihren Zweck erfüllte, so würde aber doch schwerlich anzunehmen sein, dass sie ebenfalls dem einseitigen Druck, welcher durch die Gebäudelast und durch die zufällige Belastung auf der inneren Seite der Spundwand entsteht, hinlänglich widerstehen würde, sondern es würde, wenn auch nicht gleich, doch in nicht langer Zeit ein Herausdringen derselben erfolgen, welches aber dann um so stärker sein würde, wenn ein Auswaschen oder eine Vertiefung des Flussbetts ausserhalb der Spundwand entstände. Ein anderer Nachtheil, der aber durchaus nicht ohne Nachwirkung bleiben würde, wäre der, dass, da die Spundwand vor Ausrammen des Grundes schon notwendig hergestellt werden müsste, dieselbe gleich durch das Einrammen des Bauschutts schon sehr bedeutend leiden würde und es sich dabei sehr leicht ereignen könnte, dass die einzelnen Spundbohlen entweder bis zum Bruch ausgedrängt oder sonst auch aus ihrer lothrechten Stellung getrieben würden.

Diese Art der Grundbefestigung kommt immer mehr ausser Gebrauch, weil hierbei zu viel Material in den Grund eingeschlagen wird, welches vielfach noch zum Vermauern verwendet werden könnte. Ausserdem erfordert dieselbe auch eine Menge Arbeiter zum Ziehen des Rammklotzes und durch den hierdurch erforderlichen Aufwand an Tagelohn wird nicht selten ein solcher Bau sehr erheblich vertheuert werden.

Sehr fehlerhaft und durchaus verwerflich ist bei dieser Art der Grundbefestigung das Einrammen einzelner Pfähle; welches Verfahren aber dennoch nicht selten angewendet wird, wenn der Grund in seinen Ablagerungen sich ungleich zeigt und sehr weiche Stellen hat, oder doch überall weich ist, wodurch dann der Befestigung des Grundes, wie aus dem Vorhergehenden zur Genüge hervorgeht, sich grössere Schwierigkeiten entgegenstellen.

Durch das Einrammen einzelner Pfähle in den weichen Boden erlangt man eine vorläufige Spannung des Erdreichs und wird der Grund, wenn man dann die Zwischenräume zwischen den einzelnen Pfählen mit Schutt ausrammt, bedeutend leichter zum Stehen gebracht, d. h. man erlangt für den Augenblick eine scheinbar feste Spannung des Grundes, die aber durchaus nicht nachhaltig bleibt. Denn die durch das Einrammen der einzelnen Pfähle hervorgebrachte anfängliche Spannung des Bodens gleicht sich sehr bald mit dem

übrigen anliegenden Erdreich wieder aus und der Schutt, welcher zwischen den Pfählen eingerammt wird, dringt nicht tief genug ein, um eine tiefere Spannung des Bodens und namentlich auch eine solche nach allen Seiten hin zu bewirken, und rührt dieses hauptsächlich mit daher, dass die Rammschläge zu häufig auf die Pfahlköpfe, entweder in lothrechter oder schräger Richtung treffen, wodurch aber die Wirkung des Schlages auf die Schuttlage vollständig abgeschwächt wird. Ferner kommt noch hinzu, dass wenn die eingerammten Pfähle nicht fortwährend unter Wasser sich befinden, dieselben sehr bald verfaulen, in welchem Falle dann auch die Spannung in der zusammengerammten Schuttlage mehr oder weniger von selbst aufhört. Ferner kommt auch noch hinzu, dass zu dieser Befestigung des Grundes immer nur kürzere Pfähle verwendet werden, welche aber bis in die festeren Schichten des Grundes selten oder nie eindringen, sondern in dem weicheren Grunde stecken bleiben. Hierbei tritt aber dann der Umstand sehr leicht ein, dass durch das Gewicht der darüber aufgeführten Mauer die Pfähle noch tiefer in den Grund eingedrängt werden, wobei dann die nicht sehr starke Rammschuttlage ebenfalls mit weggedrängt wird. Dieses Einrammen einzelner Pfähle ist durchaus nicht mit dem Ausrammen einzelner Pfeilerstellen, wie oben näher beschrieben wurde, zu vergleichen, indem durch dieses letztere hauptsächlich für den Augenblick nur eine Trennung des Bodens beabsichtigt wird; ausserdem erhält man hierdurch aber eine Spannung im Grunde, indem, wenn man auch den Rammbär während mehrerer Hitzen senkrecht niederfallen lässt und die dadurch entstehende Vertiefung immer wieder mit groben Bauschutt ausfüllt, die einzelnen Steinbrocken, zerkleinert oder unzertheilt, nach verschiedenen Richtungen ausweichen und dadurch schon ein grösserer Theil des Grundes bis zu einem gewissen Grade komprimirt wird. Ferner aber verhindert dieses Ausrammen einzelner Stellen in keiner Weise das Niederrammen der ganzen übrigen Lage, sondern es kann der eingerammte Schutt nach allen Seiten hin ausweichen, wie dieses auch wirklich der Fall ist. Durch das Einrammen des Schutts drängt sich derselbe nicht nur bedeutend nach der Tiefe hinein, sondern auch nach den Seiten hinaus, wodurch also die Fundamentlage sehr wesentlich verbreitert wird. Es erfolgt demnach hierdurch nicht nur eine sehr bedeutende Dichtung des Grundes nach der Tiefe sondern auch sehr wesentlich nach den Seiten hin und wird somit eine feste Schicht von Steinbrocken gebildet, deren Bindemittel die komprimirte Erde ausmacht.

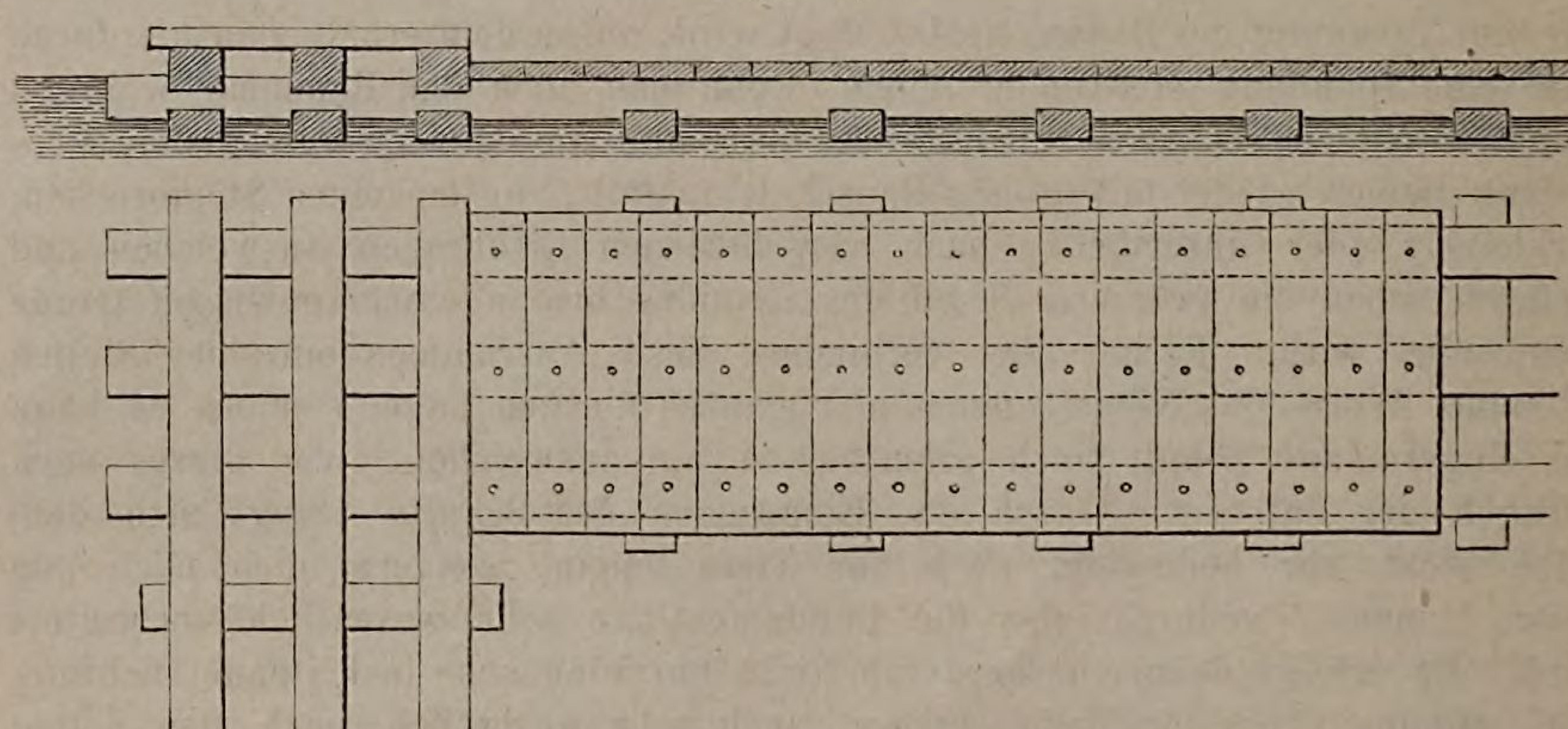
Bei diesen Arbeiten ist aber jedenfalls, wie dieses auch schon oben erwähnt wurde, die Anwendung eines genügend schweren Rammbären erforderlich, damit die Wirkung des Schlages bis zu grösserer Tiefe erfolgt. Die hierdurch im Boden hervorgebrachte Spannung gleicht sich nicht nach kurzer Zeit wieder aus und hört mehr oder weniger auf, weil hier nicht einzelne Stellen des Bodens komprimirt sind, sondern es entsteht hier eine kompakte feste Steinschicht, auf welche die später einwirkende Grundfeuchtigkeit keine weitere nachtheilige Wirkung ausüben kann, und ferner sind durch das starke Rammen die Bestandtheile dieser Schicht so in- und aneinander gedrängt, dass dieselbe bis zu einem gewissen Grade als ein einziger Körper angesehen werden kann, der hinreichende Tragkraft besitzt, um unter der späteren Gebäudelast nicht zu brechen.

§ 39. Der Schwellenrost oder der liegende Rost.

Besteht der Boden, auf welchem ein Gebäude errichtet werden soll, schichtenweise aus abwechselnd festeren und weicheren Erdarten, letztere jedoch von gleichmässiger Beschaffenheit, oder ist ein in der Tiefe liegender fester Grund mit weicheren, aber erdhaltigen Schichten, als Thon-, Lehm-, Letten- oder Torfschichten überdeckt, welche sich durch den Druck der darüber aufzuführenden Gebäudelast bis zu einer solchen Dichtigkeit zusammenpressen lassen, dass nacher kein weiteres Einsinken des Gebäudes zu besorgen ist, so kann man sich unter Umständen mit Vortheil der liegenden Roste bedienen, wodurch das Abgraben der weicheren Erdschichten erspart, oder auch, sobald dieses wegen des aufsteigenden Grundwasser nicht möglich ist, die kostbare Anlage eines Pfahlrostes vermieden wird.

Ein liegender Rost besteht aus Querschwellen mit darüber gestreckten Langschwellen und einem Bohlenbelage, womit die Langschwellen der Quere nach bedeckt werden, wie dieses in nachstehender Figur 114 näher dargestellt ist.

Figur 114.



Soll ein solcher Schwellenrost gelegt werden, so wird zuvörderst der Boden oder der Einschnitt zu den Fundamenten vollständig wagerecht abgeebnet. Hierauf legt man die Querschwellen normal auf die Fluchtlinie der später darüber aufzuführenden Mauer und in Entfernungen von 1 bis höchstens 1,5 Meter von einander, jedoch so, dass ihre Oberflächen sämmtlich in einer vollkommen wagerechten Ebene liegen. Auf diese Querschwellen, welche eine solche Länge erhalten, dass sie auf beiden Seiten des Fundaments, dasselbe um etwa 30 Zentimeter überragen, werden, nachdem die Zwischenräume zwischen denselben gehörig wieder mit Erde ausgefüllt und die Querschwellen ebenfalls genügend bestampft sind, nach der Richtung der Fluchtlinie der Mauer die Langschwellen gelegt. Die Entfernung dieser Langschwellen von einander darf nicht über 1 Meter von Mitte zu Mitte betragen; gewöhnlich aber legt man sie nicht weiter als 60 bis höchstens 90 Zentimeter von Mitte zu Mitte von einander entfernt. Diese Langschwellen müssen mit ihren Oberflächen sämmtlich wieder in einer vollkommen wagerechten Ebene liegen. Hierüber werden dann die Belagbohlen gelegt. Bevor aber diese Bohlen auf-

gelegt und befestigt werden, müssen die zwischen den Langschwellen vorhandenen Zwischenräume bis zur Oberkante derselben mit Erde ausgefüllt und diese Ausfüllung tüchtig festgestampft werden. Zu dieser Ausfüllung nimmt man am zweckmässigsten reinen, von allen fremdartigen Theilen möglichst befreiten Lehm, indem dieser zur Konservirung des Holzes unbedingt mehr beiträgt, als jede andere Erdart. Zur weiteren Ausgleichung dieser Ausfüllung überwirft man dieselbe mit einer dünnen Schicht von durchaus reinem Sande. Alsdann werden die Bohlen auf die Langschwellen gelegt und mittelst starker eiserner Nägel darauf befestigt. Diese Bohlen erhalten durch die Ausfüllung der Zwischenräume gleichzeitig eine notwendige Unterstützung.

Was die Verbindung der Langschwellen mit den darunter liegenden Querschwellen betrifft, so werden die ersteren gewöhnlich auf die letzteren aufgekämmt. Bei geringeren Gebäuden kann man aber auch, um das Holz nicht zu schwächen, indem in diesem Falle ohnehin nur schwaches Holz zum Rost verwendet wird, ohne der Festigkeit des Rostes im geringsten Abbruch zu thun, die Langschwellen auf die Querschwellen aufdollen, indem man in diese letzteren sogenannte Dollen einlässt, welche aus eichenen etwa 40 bis 52 Millimeter im Durchmesser haltenden Pflöcken bestehen, die im Ganzen eine Länge von etwa 10 Zentimeter erhalten, wovon etwa 6 Zentimeter in die untere Schwelle hineinreichen und der übrige Theil vorsteht, welcher letztere vorstehende Theil dann in die besonders zu diesem Zwecke in den Langschwellen ausgebohrten Löcher eingreift. Der Zweck dieser Aufdollung ist ebenfalls, das Verschieben der Langschwellen zu verhindern. Bei bedeutenderen Gebäuden, wo man die Langschwellen von stärkerem Holze herstellt, erhalten die Querschwellen, welche dann ebenfalls aus stärkerem Holze gemacht werden, Einschnitte von 5 bis 7 Zentimeter Tiefe, in welche die Langschwellen in ihrer vollen Stärke eingelegt werden, sodass also die Querschwellen hier als Zangen dienen, welche ein Ausweichen oder Verschieben der Langschwellen nach den Seiten hin verhindern. Dieses Ausweichen wird aber gleichzeitig noch durch das Festnageln des Bohlenbelags verhindert.

Treffen Quer- und Seitenmauern auf Hauptmauern, so müssen die Langschwellen der ersteren über diejenigen der letzteren hinübergelegt werden. Man legt dann den Rost unter den Quer- und Seitenmauern soviel höher, dass die Oberfläche der Querschwellen desselben mit den Langschwellen des Rostes unter den Hauptmauern in einer wagerechten Ebene liegt, sodass also für diesen Theil des Rostes die unteren Langschwellen die Stelle von Querschwellen für den oberen Rost bilden; die oberen Langschwellen werden auf die unteren gehörig verkämmt; man hat jedoch bei dieser Anordnung darauf Rücksicht zu nehmen, dass beim Aufmauern der Fundamente die einzelnen Schichten durchgehends wagerecht und in gleicher Stärke ausgeführt werden können und keine besondere Auffütterung des einen oder anderen Theils des Rostes mit halben Schichten erforderlich wird, um solches zu erreichen. Man muss daher die Höhe des aufgelegten Rostes so herstellen, dass sie die Stärke einer oder mehrerer Schichten des Mauerwerks ausmacht. Wird mit Hausteinen gemauert, so macht man die auf den oberen Rost zu legende unterste Schicht um soviel niedriger, als die Höhe der Auflage des übergelegten Rostes ausmacht.

Die Stösse der Langschwellen müssen abwechseln, das heisst, es dürfen die Stösse der Langschwellen nicht sämmtlich auf eine und dieselbe Querschwelle treffen, sondern es muss immer nur ein Stoss der Langschwellen auf

eine Querschwelle treffen, weil sonst eine solche Stelle schon gleich Anfangs sich als schwache Stelle ausweisen würde, indem dann die hier zusammengestossenen Enden durch die Last der darüber aufgeführten Mauer sich leicht eindrücken würden und somit an dieser Stelle ein Bruch entstehen könnte, wo dagegen dieses weniger der Fall sein kann, wenn nur ein Stoss vorhanden ist und die übrigen Schwellen in einer Länge durchstrecken und durch ihre relative Festigkeit einem Bruche widerstehen. Bei Zusammensetzungen der Langschwellen hat man ferner dafür zu sorgen, dass der Stoss allemal auf die Mitte der darunter liegenden Querschwelle treffe, welche an der Stelle, wo ein solcher Stoss hintrifft, immer etwas breiter zu nehmen ist. Die hier dann stumpf gegen einander stossenden Langschwellen müssen durch lange eiserne Klammern fest mit einander verbunden werden.

Was die Stärke der zu einem liegenden Roste zu verwendenden Hölzer betrifft, so erhalten die Langschwellen, je nachdem das darüber aufzuführende Gebäude leichter oder schwerer wird, eine Stärke von 14 bis 28 Zentimeter im Quadrat. Die Querschwellen erhalten eine Stärke von 7 bis 20 Zentimeter bei einer Breite von 13 bis 26 Zentimeter, und müssen dieselben stets eine solche Länge erhalten, dass sie, wie bereits auch schon oben angeführt ist, auf beiden Seiten der Langschwellen mindestens 26 Zentimeter weit überstehen. Die Belagbohlen erhalten eine Stärke von 6 bis höchstens 13 Zentimeter, je nachdem die Langschwellen näher oder weiter von einander entfernt gelegt werden. Die Länge dieser Bohlen muss so gross sein, dass sie auf beiden Seiten des Rostes denselben um 5 bis 6 Zentimeter überragen, damit der Druck auf die äusseren Langschwellen immer in der Art wirkt, dass ein möglicherweise entstehendes Kanten derselben, wenn auch nur in einem sehr geringen Grade, dadurch verhindert wird.

Bei der Ausführung eines liegenden Rostes ist zunächst dafür Sorge zu tragen, dass derselbe in solcher Tiefe angelegt wird, dass er beständig vom Wasser bedeckt bleibt, oder, wenn dieses auch nicht ganz zu erreichen ist, muss derselbe doch so tief gelegt werden, dass die Feuchtigkeit möglichst gleichmässig ist und der Rost nicht einer Abwechselung von Trockenheit und Nässe ausgesetzt wird, weil er sonst unter solcher Abwechselung sehr bald zerstört werden würde und unter der daraufruhenden Last sehr leicht zerdrückt werden könnte, wodurch aber nur eine Veranlassung zur Senkung des darüber aufgeführten Gebäudes entstehen würde. Aber dennoch kann nicht selten der Fall eintreten, dass man ohne einen sehr bedeutenden Mehraufwand von Kosten den Rost nicht bis auf oder unter das Grundwasser senken kann; alsdann lässt sich den eben angeführten Nachtheilen nur einigermaassen dadurch begegnen, dass man nicht nur die sämmtlichen Hölzer des Rostes mit reinem Lehm umgibt, sondern auch zum Ausfüllen der Rostfelder bis unter den Bohlenbelag nur Lehm verwendet und diesen dann möglichst feststampft. Der Lehm hält die einmal eingesogene Feuchtigkeit viel längere Zeit zurück als jede andere lose Erdart und wird daher unter Anwendung desselben dann eine schnellere Abwechselung von Trockenheit und Nässe mehr oder weniger verhindert. Ausserdem hat aber der Lehm auch die wesentliche Eigenschaft, dass er nicht zerstörend auf das Holz einwirkt. In diesem letzteren Falle würde es aber nicht nur sehr zweckmässig, sondern sogar notwendig sein, dass die unterste Schicht des Fundaments, welche unmittelbar auf dem Bohlenbelag liegt, in Lehm vermauert wird, um einestheils die Feuchtigkeit gleichmässiger zu erhalten, anderntheils aber, um die zerstörende Einwirkung des

Kalkmörtels vom Bohlenbelag möglichst abzuhalten. Kommt dagegen der Schwellenrost so tief zu liegen, dass er später fortwährend unter Wasser ist, so ist es jedenfalls vorzuziehen, die Rostfelder mit reinem Sande auszufüllen und diesen alsdann mit Wasser gehörig zu befeuchten, um eine möglichst dichte Ausfüllung der Rostfelder bis unter den Bohlenbelag zu erhalten.

Wenngleich nun die liegenden Roste keineswegs so steif sind, dass sie jeder Einbiegung, welche durch ungleichmässiges Zusammendrücken des Bodens verursacht wird, widerstehen können, so fehlt es dennoch nicht an Beispielen, bei welchen die Gebäude, welche auf liegende Roste fundirt wurden, ungeachtet starker Senkungen, weder Risse bekommen haben noch aus der lothrechten Stellung gewichen sind. Hieraus lässt sich aber noch keineswegs der Schluss ziehen, dass dieser Erfolg durch Anwendung der Fundirung auf liegenden Rosten erlangt sei; sondern es musste hier notwendigerweise der Boden selbst eine solche gleichmässige Beschaffenheit haben, dass er unter dem Druck der darüber aufgeführten Gebäudelast überall in gleicher Art nachgab und also überall auch gleichmässig zusammengepresst wurde. Man darf daher keineswegs erwarten, dass durch die Anwendung eines solchen liegenden Rostes in allen Fällen ein Brechen der Fundamente des Gebäudes verhindert und nur ein gleichmässiges Setzen des Gebäudes bewirkt werde. Der liegende Rost gewährt jedenfalls unter gewissen Umständen Vortheil und zwar den grössten Vortheil jedoch nur im Anfange des Baues, wo die Last noch nicht sehr bedeutend ist und die Fundamentmauern noch nicht durch Erhärten des Mörtels überall sich zu einem Ganzen verbunden haben und vielleicht einzelne Theile derselben ohne eine solche Rostunterlage sich in verschiedene Tiefe eindrücken möchten, welcher letztere Umstand auch namentlich die Herstellung des Bohlenbelags erforderlich macht. Ist erst der Mörtel erhärtet und hat somit das Grundmauerwerk einen starken inneren Zusammenhang erlangt, so widersteht dasselbe schon mit bedeutender Kraft einer Einbiegung und wird dadurch dann ein Durchbiegen oder Brechen des Rostes um so mehr verhindert. Um aber diesen Vortheil möglichst vollständig zu erreichen, ist es durchaus erforderlich, dass die sämmtlichen Grundmauern gleichmässig aufgeführt und ordnungsmässig mit einander in Verband gemauert werden; denn wollte man einzelne Theile der Mauern erst höher aufführen als andere Theile, so würde der Rost unter den höher aufgeführten Theilen sich jedenfalls mehr und eher senken, als bei den später aufzuführenden Theilen und würde dadurch dann der beabsichtigte Zweck schon von vornherein gestört werden.

Die Anwendung des liegenden Rostes macht nun durchaus nicht die Verbreiterung der Fundamente überflüssig, sondern es ist diese Verbreiterung ebenso notwendig hierbei, als in allen anderen Fällen, wo durch die Vertheilung des Drucks der späteren Gebäudelast auf eine grössere Oberfläche des Grundes, derselbe zur gehörigen Unterstützung dieser Last fähiger gemacht werden soll.

In einzelnen Fällen findet man beim Abbruch alter Gebäude die Anwendung eines liegenden Rostes in der Weise, dass nur starke Bretter oder Bohlen nach der Breite des Grundes neben einander gelegt sind und zwar unter Weglassung aller Lang- und Querschwellen. Auf diesen unmittelbar auf den Boden gelegten Hölzern sind dann die Fundamentmauern angelegt und aufgeführt. Statt dieser Bohlen findet man auch in einzelnen Fällen schieferartige Steinplatten angewendet. Dass aber durch eine solche Anordnung keine Längenverbindung der unteren Mauerschichten erreicht werden kann,

versteht sich wol von selbst und konnte daher eine solche Bohlen- oder Steinunterlage auch keinen weiteren Zweck haben, als dass beim Aufmauern der Fundamente die einzelnen Steine der unteren Schichten sich nicht in den weicheren Boden eindrückten und dadurch Unregelmässigkeiten hervorgebracht wurden, sondern so lange in ihrer Lage erhalten werden konnten, bis die Mauer mehrere Fuss hoch aufgeführt war und der Mörtel schon mehr oder weniger gebunden hatte. Bei der Langsamkeit, mit welcher man früher baute und wo man vielleicht soviele Jahre als jetzt Monate zur Ausführung eines Gebäudes gebrauchte, konnte eine solche Anordnung, wie die erwähnte, wol genügen; allein in der Jetztzeit und bei den gegenwärtig stattfindenden Verhältnissen würde dieselbe durchaus nicht anwendbar sein, und wenn dieses in manchen Fällen doch angenommen würde, so würde doch immer dann die Frage entstehen, — ob es überall notwendig sei, wenn der Boden schon im Allgemeinen eine solche Beschaffenheit hat, dass eine einfache Belegung desselben mit Bohlen oder Brettern als vollständig genügend angesehen werden kann, einen solchen Bohlenbelag anzuwenden? — Es würde dann jedenfalls ebenso zweckmässig und jedenfalls weniger kostbar sein, den Boden mit einer Sandschicht zu bedecken und darüber dann die Fundamentmauern mit einem tüchtigen schnellbindenden Wassermörtel aufzuführen und die im Grunde gelegenen Mauern baldigst, soweit als erforderlich mit Erde zu bedecken, damit die Einwirkung der Luft der Erhärtung des Wassermörtels nicht nachtheilig werde.

Der liegende Rost findet noch mehrfach Anwendung und fehlt es, wie auch schon erwähnt wurde, keineswegs an Beispielen, wo man durch Anwendung desselben günstige Resultate erlangt hat. *Gilly* führt in seinem Handbuche der Landbaukunst mehrere hierher gehörige Beispiele an und namentlich, dass unter Anwendung des liegenden Rostes bei einem grösseren Gebäude auf einem Torf- und wiesenartigem Grunde, der erst in einer Tiefe von 2,5 bis 3,1 Meter festen Sandgrund unter sich hatte, sehr gute Erfolge erzielt worden seien.

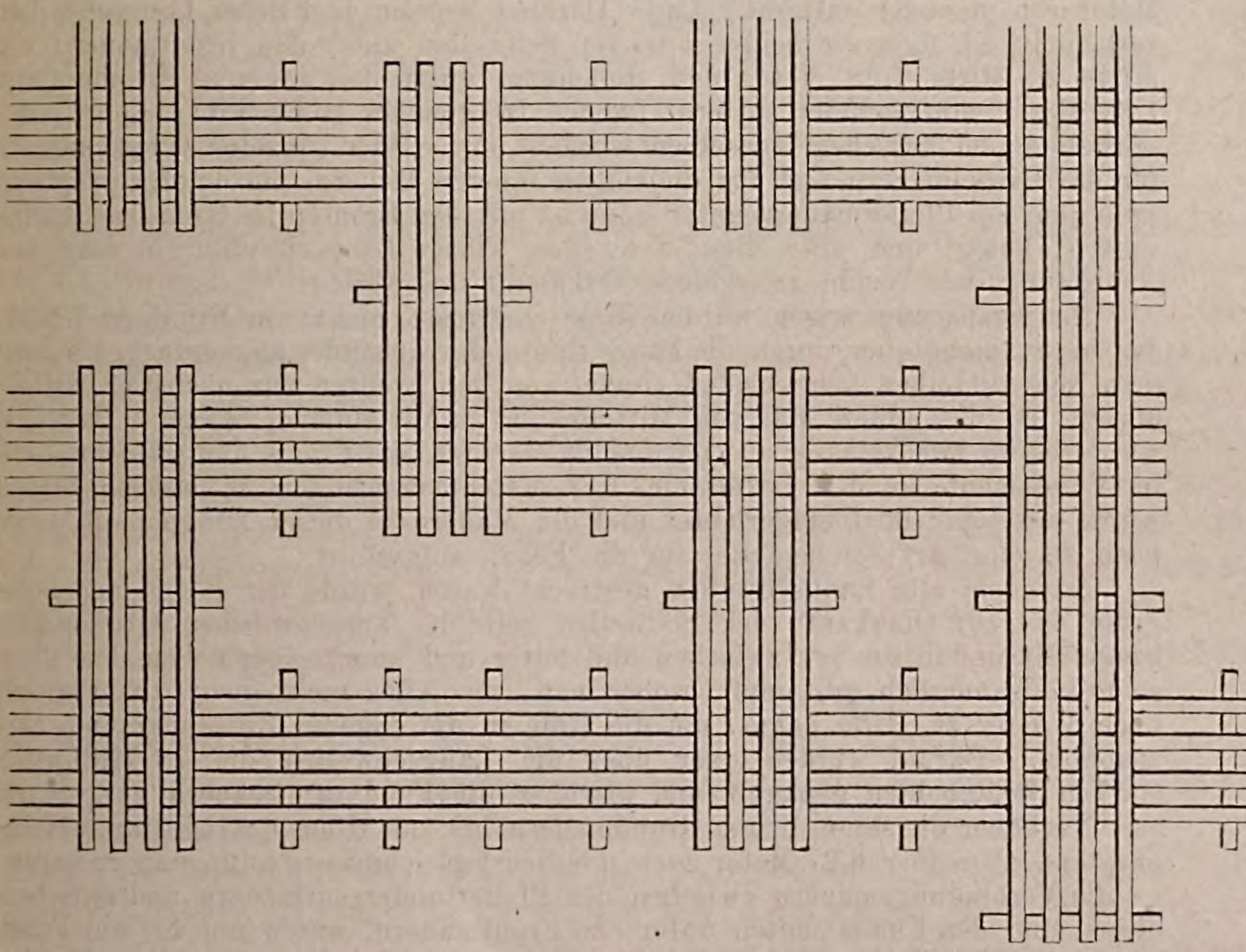
Eine der merkwürdigsten Anwendungen des liegenden Rostes, welche beim Bau der grossen Seilerbahn zu Rochefort von *Blondel* ausgeführt wurde, erwähnt *Rondelet* in seinem Werke „Art de batir". Nachdem nämlich die obere Erdschicht, welche aus schwarzer mit Rasen bedeckter Erde bestand, abgeräumt war, fand man eine Thonschicht von 3,14 bis 3,71 Meter Mächtigkeit, welche in ihrer oberen Schichtung eine grosse Festigkeit zeigte, nach unten hin aber nach und nach so weich wurde, dass der Grund ein halbflüssiger Schlamm war, der sich so tief fortsetzte, dass man gar keine feste Schicht erreichen konnte und daher an die Ausführung eines Pfahlrostes auch nicht zu denken war. Die obere Thonschicht musste sonach das Gebäude tragen und um diese nicht weiter zu schwächen, wendete man einen liegenden Rost an, welcher aus Balken von 24 bis 27 Zentimeter Stärke hergestellt wurde, die nur um ihre Dicke in die Thonschicht eingesenkt wurden. Dieser Rost erstreckte sich jedoch nicht allein unter den sämmtlichen äusseren Mauern, sondern es wurden noch zur Verbindung der Fundamente unter den Lang- oder Frontmauern, Quermauern in der ganzen Breite des Gebäudes bis zur Höhe des inneren Fussbodens hergestellt und unter diesen ebenfalls liegende Roste angeordnet, deren Langschwellen jedoch auf diejenigen der Roste unter den Frontmauern überschnitten waren, so dass dadurch nicht allein die sämmtlichen Fundamentmauern, sondern auch die Roste unter denselben mit einander verbunden und verankert wurden. Hierauf wurden die übrigen Mauern immer in gleichmässiger Höhe aufgeführt und wenngleich sich auch bei diesem Bau ein Setzen zeigte, so war dieses dennoch sehr gleichmässig und ohne weiteren Schaden für das Gebäude erfolgt.

Dies Beispiel zeigt zur Genüge, wie zweckmässig es ist, wenn selbst auch ein erheblich grösserer Kostenaufwand dadurch erforderlich wird, dass bei derartigen hohlen Gebäuden die Fundamentmauern auch nach der Quere

mit einander verbunden werden. Es würde hier schwerlich dieser günstige Erfolg erreicht worden sein, wenn die Querverbindungen der Roste, sowie auch die der Fundamentmauern nicht hergestellt worden wären.

Ein jedenfalls sehr beachtenswertes Beispiel der Anwendung eines liegenden Rostes in neuerer Zeit, ist in nebenstehender Zeichnung dargestellt. Es zeigt diese einen Theil des liegenden Rostes unter den Fundamentmauern eines Speichers, welcher in Halle an der Saale ausgeführt worden ist. (Fig. 115.)

Figur 115.



In der Zeitschrift für praktische Baukunst, Jahrgang 1858, heisst es darüber wie folgt:

Bei den angestellten Bohrversuchen hatte sich gefunden, dass ein fester Sandgrund erst in durchschnittlich 9,41 Meter Tiefe unter dem künstlichen Holzpflaster lag, dessen Höhe mit Rücksicht auf die durchschnittliche Höhe der Oberfläche des Bauplatzes und die Höhe der an demselben liegenden Strassen, endlich durch die Grenzen des höchsten Wasserstandes festgesetzt wurde. Bis zu 6,59 Meter Tiefe durchschnittlich reichte der aufgeschüttete Boden und darunter etwa 2,82 Meter auf dem Sande ein fetter Moorboden von ziemlich gleichmässiger Dichtigkeit. In einer Tiefe von 6,43 Meter war der niedrigst bekannte Wasserstand der Saale.

Der aufgeschüttete Boden meist aus Asche aus der Saline bestehend, die seit Jahrhunderten hier nach und nach das hohe Ufer gebildet hatte, wurde nun gänzlich ausgegraben und in einer Tiefe von 6,59 Meter der moorige Grund wagerecht geebnet.

Es konnte nun angenommen werden, dass ein viel niedrigerer Wasserstand wol nie zu erwarten sei und dass der Rost, wenn seine Oberfläche 6,43 Meter tief verlegt wurde, in jedem Falle vor dem Austrocknen und Faulen geschützt war, auch wenn wirklich einmal der Wasserstand auf kurze Zeit niedriger sinken sollte, da das Erdreich in dieser Tiefe stets hinlänglich vom Wasser getränkt sein werde, um auch dann noch das Holz nass zu erhalten.

Es sollte hier aber ferner auch noch auf die Senkung des Rostes durch

die Last des Gebäudes gerechnet werden, und da diese allerdings nur ganz ungefähr zu schätzen war, so nahm man 15 Zentimeter als das Ganze der Senkung an. Die Rostschwellen bestanden aus 15 Zentimeter starkem Holze, der Belag aus 78 Millimeter starken Bohlen und es betrug die ganze Höhe des Rostes, wenn man die Verkrümmung abrechnet, 47 Zentimeter. Der Rostbelag wurde für die Umfassungsmauer zu 2,45 Meter Breite und für die inneren Mauern zu 2,35 Meter angenommen; die unterste Breite der Fundamentmauern selbst aber zu bezüglich 1,98 und 1,88 Meter angenommen.

Es wurden zunächst die Querschwellen unter den beiden Frontmauern und unter den Grundmauern der beiden Kellerpfeilerreihen, über denen die Unterzugständer des Oberbaues zu stehen kommen sollten, von Mitte zu Mitte 1,46 Meter von einander entfernt gelegt. Darüber wurden je 4 Stück Langschwellen verkämmt, so, dass die beiden äusseren Schwellen unter den Frontmauern von Mitte zu Mitte 1,98 Meter und diejenigen unter den inneren Grundmauern 1,88 Meter von einander entfernt lagen. In gleicher Höhe mit diesen Langschwellen und zwischen denselben wurden nun wieder einzelne Querschwellen für die Giebelmauern und für diejenigen inneren Mauern, die den Querverband zwischen den Pfeilermauern unter sich und mit den Fronten im Grundbau bilden sollten, gelegt und über diese Schwellen wieder Langschwellen in derselben Anordnung, wie vorhin angegeben, verkämmt und verlegt.

Der Ersparung wegen wurden diese Querroste nicht von Front zu Front, das heisst nicht quer durch die ganze Breite des Gebäudes angeordnet, sondern man liess dieselben abwechselnd einmal von den Fronten zur nächsten Mittelmauer und das andere Mal von Mittelmauer zu Mittelmauer gehen. Dagegen wurde es für zweckmässig und notwendig erachtet, die Front- und Giebelmauern im Fundamente an den Ecken um 1,88 Meter vorspringen zu lassen; hierzu wurde auch der Rost eingerichtet und die Mauern in dieser Länge 3,13 Meter hoch als eine Art Strebepfeiler für die Ecken aufgeführt.

Nachdem alle Langschwellen gestreckt waren, wurde der Boden der Baugrube bis zur Oberkante der Schwellen mit der ausgegrabenen Grundmasse ausgefüllt und besonders zwischen und unter und unmittelbar neben denselben so fest als möglich gestampft, wobei man, um Alles recht dicht zu erhalten, noch Wasser zu Hilfe nahm, um die Erde in die engeren Zwischenräume einzuspülen. Darauf wurden quer über die Langschwellen die 78 Millimeter starken Belagbohlen genagelt und hierüber die Fundamentmauern aufgeführt.

Nachdem die sämmtlichen Grundmauern bis zur Höhe des künftigen Holzpflasters, also über 6,27 Meter hoch möglichst gleichmässig aufgemauert waren, — die Verbindungsmauern zwischen den Pfeilerfundamentmauern und zwischen diesen und den Fundamenten unter den Frontmauern, waren nur bis zur Fussbodenhöhe des Kellers aufgeführt — untersuchte man die Senkung des Rostes, indem man vorher an verschiedenen festen Punkten in der Nähe des Baues in gewisser Höhe über dem Rost eine wagerechte Ebene abgewogen hatte, und fand hiernach die Senkung an einigen Stellen 18 Zentimeter, an anderen Stellen dagegen 16 Zentimeter, so dass bis dahin also eine ziemlich gleichmässige Senkung stattgefunden hatte; nachdem aber der Bau vollendet war, betrug die Senkung überall fast genau 20 Zentimeter und hatte sich sonach in diesem Falle die Anwendung des liegenden Rostes durchaus bewährt.

Bei diesem Falle ergibt es sich ebenfalls wieder, wie zweckmässig es ist, sowol die liegenden Roste selbst als auch die darüber aufzuführenden Fundamentmauern der Quere nach noch besonders mit einander zu verbinden und zu verankern, welches letztere hier durch die Querroste erzielt wird. Es ist nicht allein, dass dadurch ein Ausweichen der einzelnen Mauern mehr oder weniger verhindert wird, sondern es wird durch diese Anordnung gleichzeitig auch eine Vertheilung des Drucks auf eine grössere Grundfläche bis zu einem gewissen Grade erreicht. Als eine sehr zweckmässige Anordnung sind hier ferner die an den Ecken äusserlich angebrachten und 1,88 Meter vortretenden Fundamenteckpfeiler zu bezeichnen. Durch die Anordnung dieser Eckpfeiler wird die drückende Last ebenfalls auf eine grössere Grundfläche vertheilt. Diese Eckpfeiler drücken zwar ebenfalls auf den Untergrund, aber nicht mit

ihrem alleinigen Gewichte, sondern sie bilden dadurch, dass sie mit dem übrigen Mauerwerk gleichmässig und im Verbande aufgeführt werden, nur eine Verbreiterung desselben und nehmen somit einen grossen Theil dieser Mauerlast mit auf, und wird demnach der Druck der Mauerecken, welcher in allen Fällen immer stärker ist, als auf dem übrigen inneren Theil der Mauer, hier auf eine bedeutend grössere Grundfläche vertheilt. Gleichzeitig wird aber auch dadurch verhindert, dass der Grund in unmittelbarer Nähe des Gebäudes an den Ecken durch die grössere Last derselben, aus seiner Lage und zwar seitwärts gedrängt werde, wodurch sehr leicht unregelmässige Senkungen an diesen Stellen entstehen können. In ähnlicher Weise aber tragen auch, wie schon erwähnt wurde, die hier zwischen den verschiedenen Fundamenten hergestellten Quermauern dazu bei, den Druck der Gebäudelast auf eine grössere Fläche zu vertheilen und eine gleichmässigere Pressung des Grundes zu erhalten.

Es würden im vorliegenden Falle wol schwerlich die günstigen Resultate erzielt worden sein, wenn nicht bei Anlage der Fundamente die oben beschriebenen Anordnungen getroffen wären. Derartige Anordnungen lassen sich aber nicht in allen Fällen gleich anwenden; denn, wenn das aufzuführende Gebäude an den Seiten von schon vorhandenen Gebäuden begrenzt wird, oder wenn dasselbe unmittelbar an einer nachbarlichen Grenze aufgeführt werden soll, so lassen sich keine vorspringende Eckpfeiler mehr anbringen. Im ersteren Fall ist aber dann die Anordnung der vorspringenden Eckpfeiler insofern auch schon überflüssig, weil dann ein genügender Gegendruck von den benachbarten unmittelbar anstossenden Gebäuden ausgeübt wird und ein Ausweichen des Bodens nach dieser Seite hin nicht mehr stattfinden kann. Im anderen Falle aber, wo das Gebäude hart an der Grenze ausgeführt werden soll, und der benachbarte Grund nicht zur Anlage vorspringender Pfeiler benutzt werden darf, kann man eine Vertheilung des Drucks auf eine grössere Fläche nur dadurch erhalten, dass man die Fundamente der Ecken an der inneren Seite wesentlich verbreitert und zwar so, dass man dieselben an der inneren Seite nach diagonaler Richtung im Verbande mit vollmauert. Hierdurch wird der beabsichtigte Zweck zwar erreicht, aber nur bis zu einem gewissen Grade. Bei ganz freistehenden Gebäuden lässt sich aber die oben erwähnte Anordnung stets ohne alle Schwierigkeiten ausführen und wird, wenn sie mit genügender Vorsicht ausgeführt wird, jedenfalls zur Erreichung eines günstigen Resultats wesentlich beitragen.

So zweckmässig sich nun unter Umständen die Anwendung eines liegenden Rostes erweist, so darf man denselben doch nie da anwenden, wo ein Unterspülen oder Auswaschen des Grundes unter demselben zu besorgen ist. Denn, wenn der liegende Rost auch mit einer dichten Spundwand umgeben wird, um das Auswaschen des Untergrundes zu verhindern, so kann eine solche Spundwand dennoch nicht so stark und fest hergestellt werden, falls das Erdreich ausserhalb derselben weggespült wird, den auf der inneren Seite der Spundwand stattfindenden, durch die Last der Mauer hervorgebrachten Druck genügend widerstehen zu können, sondern sie wird unfehlbar herausgedrängt werden. In Folge dessen wird sich aber nicht nur der Rost nach der äusseren Seite hin senken, sondern es wird auch die Spundwand undicht werden und dadurch eine Erweichung des Bodens innerhalb der Spundwand und ein Ausdringen desselben in Folge der unmittelbaren Berührung mit Wasser in noch höherem Grade entstehen. Abgesehen aber auch hiervon, so wird

namentlich bei lehmigen oder thonigen Boden durch das Einrammen einer solchen Spundwand die Tragfähigkeit des Grundes keineswegs vermehrt, sondern vielmehr verringert, indem derselbe durch die eingerammte Spundwand wol getrennt aber keineswegs gedichtet wird; es entsteht daher in solchem Falle schon von selbst ein Ausweichen nach der äusseren Seite hin, indem hier der Boden dann nicht mehr zusammenhängend ist und somit seine sonst zähe zusammenhängende Beschaffenheit nicht mehr der ihm sonst eigenen Tragfähigkeit zu Hilfe kommen kann.

Es ist daher die Anwendung eines liegenden Rostes an solchen Stellen, wo das umgebende Erdreich nicht an allen Seiten gleichen Widerstand leistet, sondern wo dieser nur einseitig stattfindet und an der Gegenseite vielleicht durch eine davor eingerammte Spundwand hergestellt werden soll, wie z. B. bei Futtermauern an Flussufern, immer durchaus unzulässig, wenigstens sehr gewagt und gefährlich und wendet man in solchen Fällen jedenfalls weit mehr zweckentsprechend den Pfahlrost an, wovon im folgenden Paragraph näher die Rede sein soll.

§ 40. Der Pfahlrost.

Wenngleich die Gründung auf einem Pfahlrost immer sehr kostbar ist und man dieselbe bei Landbauten soviel als möglich zu vermeiden sucht, so treten dennoch nicht selten Fälle ein, wo man zur Anwendung eines Pfahlrostes notwendig schreiten muss.

Besteht nämlich der Boden, auf welchem ein Gebäude errichtet werden soll, aus sehr weichen und schlammigen Erdschichten und liegen die festeren Erdschichten erst in bedeutender Tiefe unter denselben, oder liegt der Baugrund so niedrig, dass er immer oder doch während einer längeren Zeit des Jahres unter Wasser sich befindet, oder auch, wenn derselbe durch Abdämmung und Auffüllung dem Wasser abgewonnen wurde, und liegt dann der feste Grund, welcher das aufzuführende Gebäude mit Sicherheit tragen kann, so tief, dass er nicht unmittelbar mit den Fundamenten zu erreichen ist, oder endlich, wenn unmittelbar an Flussufern oder am Wasser Gebäude aufgeführt werden sollen, so ist gewöhnlich die Anordnung eines Pfahlrostes erforderlich.

Durch die Anordnung eines Pfahlrostes erlangt man den Vortheil, dass, indem die Pfähle desselben die loseren Erdschichten durchdringen und mit ihren Spitzen sich auf den festen Grund aufsetzen oder auch noch in denselben eindringen, der Druck der darüber aufgeführten Gebäudelast vermittelst dieser Pfähle auf den festeren Untergrund übertragen wird und dadurch das Gebäude eine bessere und mehr sichere Unterstützung erhält. Aber nicht immer ist es der Fall, dass die eingerammten Pfähle mit ihren Spitzen bis auf oder in die festeren Schichten des Untergrundes eindringen, sondern es kommt nicht selten vor, dass der feste Untergrund erst in einer solchen Tiefe sich findet, dass er mit den längsten Pfählen nicht zu erreichen ist und dann dieselben mit ihren Spitzen auf keine festeren Schichten treffen als diejenigen, durch welche sie bereits durchgedrungen sind. In diesem Falle kann aber von Uebertragung der Gebäudelast mittelst der eingerammten Pfähle auf festere Schichten natürlich keine Rede mehr sein und es besteht dann die Tragfähigkeit der einzelnen Pfähle nur in demjenigen Widerstande, welcher denselben bei ihrem weiteren Eindringen in die Erde von dieser entgegengesetzt wird. Dieser Widerstand ist aber nicht gleichbedeutend demjenigen Wider-

stande, welcher dem Pfahl während des Einrammens entgegengesetzt wird. So lange der Pfahl noch tiefer eingerammt wird, hat der entstehende Widerstand eine doppelte Ursache, nämlich einmal, dass bei jedem Schlag der Ramme und in Folge des tieferen Eindringens des Pfahls die Erdtheilchen, welche dessen Spitzen umgeben, plötzlich seitwärts gedrängt werden müssen; ferner entsteht aber auch gleichzeitig Widerstand aus der Reibung, welche das umgebende Erdreich gegen die Seitenwandungen des bereits in die Erde eingedrungenen Theils des Pfahls ausübt. Die erstere Ursache des Widerstandes hört aber zum grössten Theil auf, sobald der Pfahl nicht tiefer eingerammt wird und es besteht dann die Tragfähigkeit des Pfahls hauptsächlich nur noch in dem Reibungswiderstande, welchen die Erde, nachdem sie sich überall wieder vollständig an den Pfahl angelegt hat, gegen diesen ausübt. So lange nun die aufgesetzte Last geringer ist, als dieser Widerstand, wird man gegen das Sinken des über einem solchen Pfahlrost aufgeführten Gebäudes ziemlich gesichert sein. Es ist aber nicht möglich, die Grösse dieses Widerstandes auch nur mit irgend annähernder Sicherheit zu bestimmen. Auch derjenige Widerstand, welchen der Pfahl beim Einrammen erleidet, kann nicht zur Bestimmung der Tragfähigkeit desselben dienen, und zwar um so weniger, da dieser schon während des Einrammens des Pfahls selbst sich sehr verschieden äussert, je nachdem die Erdtheilchen eine ganz lose leicht zertheilbare Masse bilden, als etwa ganz trockner oder ganz nasser fast flüssiger Sand, oder ob die Erdtheilchen mit einer gewissen Zähigkeit an einander hängen, als dieses bei Lehm- oder Thonboden der Fall ist.

Bilden die Erdschichten eine lose nicht aneinander hängende Erdmasse, so werden die Theilchen beim Einrammen der Pfähle leichter seitwärts gedrängt und gestattet dieses dann auch, dass die Pfähle mit mehr Leichtigkeit in die Erde eindringen. Dieses findet aber auch nur wieder bis zu einem gewissen Grade statt, denn sobald mehre Pfähle eingerammt sind, entsteht eine augenblickliche Dichtung und Spannung des Bodens, welcher Zustand aber in etwas den Widerstand gegen das leichtere Eindringen des Pfahls vergrössert, ohne jedoch auch nachhaltig wirksam zu bleiben. Beim Lehm- oder Thonboden dagegen verursacht die Zähigkeit, womit die Erdtheilchen aneinander hängen, einen sehr erheblichen Widerstand gegen das schnellere Eindringen der Pfähle während des Einrammens, indem die Theilchen sich nicht so plötzlich losreissen und sich seitwärts schieben lassen, sondern hierzu immer erst einige Zeit erforderlich ist. Dieser Widerstand wird aber ebenfalls durch die nach dem Einrammen mehrerer Pfähle augenblicklich im Boden entstandenen Dichtung vergrössert und erscheint hierbei diese Dichtung oder Spannung des Bodens nicht selten so bedeutend, dass beim Einrammen einer längeren Reihe von Pfählen die zuerst eingerammten Pfähle mit dem sie umgebenden Erdreich während des Einrammens der später eingesetzten Pfähle sichtlich in die Höhe gedrängt werden, wesshalb man auch, um dieses zu verhindern, mehrfach die Pfähle mit ihrem Stammende zu unterst gekehrt, eingerammt hat.

Wollte man nun hierbei nach dem mehr oder weniger schnellen Eindringen der Pfähle während des Einrammens, deren Tragfähigkeit beurtheilen, so würde man jedenfalls zu sehr unsicheren Schlüssen gelangen und zwar würde dieses noch um so mehr der Fall sein, wenn man die Beschaffenheit der verschiedenen auf einander lagernden Erdschichten nicht kennt. Wenn die Pfähle während des Einrammens in einen loseren Boden auch bedeutend leichter eindringen, so verursacht derselbe nach vollendeter Rammarbeit aber

auch wieder eine grössere Reibung gegen die Pfahlwandungen, als der zähe Lehm- oder Thonboden, indem sich bei ersterem die Erdtheilchen leichter und schneller gegen den Pfahl wieder anlegen und überhaupt diesen dichter umschliessen, wo dagegen der Lehm- oder Thonboden einmal eine längere Zeit bedarf, um sich wieder ins Gleichgewicht zu setzen, dann aber ferner vermöge seiner zähen aneinanderhängenden Beschaffenheit sich nicht in dem Grade an die Wandungen des Pfahls wieder anschliesst, um einen sehr bedeutenden Reibungswiderstand hervorzubringen. Dieser nachtheilige Umstand gibt sich beim Lehm- und Thonboden namentlich dadurch kund, dass bei nachfolgender dauernder Belastung nicht selten die eingerammten Pfähle noch tiefer in den Grund einsinken. Ein solches Nachgeben zeigt sich aber nicht immer sogleich, sondern häufig erst sehr spät und nachdem der Rost schon längere Zeit vollständig belastet war.

Es ist daher in denjenigen Fällen, wo ein Pfahlrost angewendet werden soll und man voraussetzen kann, dass die Pfähle mit ihren Spitzen nicht in festere Erdschichten zu stehen kommen, durchaus notwendig, sich vorher über die Beschaffenheit des Grundes die nötigen Kenntnisse zu verschaffen, welches aber nur durch angestellte Bohrversuche zu erreichen ist. Hat man sich dann von der Beschaffenheit des Grundes überzeugt, so ist beim Einrammen der Pfähle mit grosser Vorsicht zu verfahren, namentlich, wenn die Untersuchung ergeben hat, dass der Boden viele Thontheilchen enthält.

Wenn man nun auch die Wirkung oder den Effekt eines Rammklotzes von gewisser Schwere, wenn derselbe von einer bestimmten Höhe herabfällt, ziemlich genau bestimmen kann, so verhindern doch die oben angeführten Umstände schon vollständig, ein solches durch Rechnung gefundenes Resultat des Effekts bei Bestimmung der Tragfähigkeit eines eingerammten Pfahls in Anwendung zu bringen; ausserdem sind aber auch die beiden Kraftäusserungen „Schlag und Druck“ so sehr in ihren Wirkungen von einander verschieden, dass, wenn sie unter besonderen vereinzelten Umständen auch wol gleiche Wirkungen hervorbringen können und hervorgebracht haben, sie aber dennoch nicht sich in allen Fällen in Vergleich stellen lassen, indem uns die besonderen Umstände unbekannt sind, wodurch die Gleichheit der Wirkungen veranlasst ist. Ueberhaupt ist man gar nicht im Stande, die Grösse des Widerstandes, welchen das Erdreich dem Pfahl beim tieferen Einrammen entgegensetzt, irgend wie zu bestimmen, weil dabei wieder Umstände eintreten, die nicht zu ermitteln sind; und wenn dieses auch nicht der Fall wäre, so würde man dennoch nicht im Stande sein, den Einfluss dieser Widerstandsgrösse auf die spätere Tragfähigkeit des Pfahls irgend genau bestimmen zu können, sodass man ihm im Rechnungskalkül als bestimmte Grösse mit berücksichtigen könnte. Auf einer und derselben Baustelle findet man beim Einrammen der Pfähle hinsichtlich des tieferen Eindringens des Pfahls nach jedem Schlage mit der Ramme Verschiedenheiten, wenn auch dieselbe Ramme fortwährend benutzt wird und dieselbe stets von gleicher Höhe herabfällt. Rammt man z. B. in Treibsand Pfähle ein, so werden die ersteren Pfähle beim jedesmaligen Schlage der Ramme viel tiefer eindringen als die später einzurammenden Pfähle und äussert sich bei diesen letzteren dann sogar nicht selten der Widerstand so bedeutend, dass ein tieferes Eindringen der Pfähle nicht zu erreichen ist.

Es führt nicht selten zu Trugschlüssen, wenn man die Tragfähigkeit eines Pfahls nach der Tiefe des Eindringens desselben während der letzteren Rammhitzen bestimmen will. Die Erfahrung hat dieses schon mehrfach be-

stätigt und lassen sich manche Beispiele anführen, dass Pfahlroste, bei denen die Pfähle während der letzten Rammhitzen nur noch sehr wenig tiefer in den Boden eingedrungen waren, dennoch nicht den gehörigen Widerstand leisteten, sondern unter der später darüber aufgeführten Gebäudebelastung sich noch senkten.

Wenngleich nun alle Versuche, die Tragfähigkeit eines Grundpfahls aus seinem Eindringen während der letzten Rammhitzen nach einer allgemein giltigen Regel zu bestimmen, als mehr oder weniger verfehlt anzusehen sind, so wird es dennoch keineswegs überflüssig sein, noch einige hierauf bezügliche Fälle aus der Praxis näher mitzutheilen.

Beim Fundamentbau des alten Museums in Berlin wurden die Pfähle mit einem 750 Kilo schweren Rammklotz eingerammt und bei der letzten Rammhitze von 25 Schlägen bis auf 5 bis 7 Zentimeter Eindringen festgerammt. Die Fallhöhe des Rammklotzes war 1,25 Meter die mittlere Belastung eines jeden Pfahls beträgt za. 20000 Kilo.

Die Grundpfähle unter dem neuen Packhofgebäude eben daselbst, von welchen jeder Pfahl durchschnittlich mit 18750 Kilo belastet wird, drangen bei der letzten Hitze von 25 Schlägen mit einem 750 Kilo schweren Rammklotz bei 1,56 Meter Fallhöhe noch 65 Millimeter tief ein.

Manger führt in seinen Beiträgen zur Baukunst an, dass bei einem Grundbau zu Potsdam die Grundpfähle mit einem Rammklotze von 450 bis 500 Kilo schwer, so tief eingeschlagen wurden, dass sie bei der letzten Hitze von 20 Schlägen und bei einer Fallhöhe von 1,56 Meter, noch 10 bis 13 Zentimeter tief eindrangen und wenn gleich jeder derselben eine Last von 13 bis 13500 Kilo zu tragen gehabt, so sei dennoch in zwanzig Jahren nicht der geringste Fehler am Bau entdeckt worden.

Hagen führt in seinem Handbuch der Wasserbaukunst an, dass bei einem Bau, wo die 12,55 Meter langen Rostpfähle soweit eingetrieben waren, bis sie in der Hitze von 20 Schlägen mit einem 1,56 Meter hoch gehobenen Rammklotz von 825 Kilo Gewicht nur 8 Millimeter tief eingedrungen waren, sich dennoch unter einer Belastung von 21685 Kilo ein Sinken zu erkennen gegeben habe. Der Grund war ein lockerer doch sehr sandiger aufgeschwemmter Boden.

Beim Bau der Junktion-Docks zu Hull, wo einzelne Pfähle mit einem Gewichte bis zu 30000 Kilo belastet sind, wurden die Pfähle so lange eingerammt, bis sie in 30 Schlägen von 1,88 Meter Höhe, die mit dem 650 Kilo schweren Rammklotze gegeben wurden, nicht stärker als 39 Millimeter tief eindrangen.

Beim Bau der Brücke zu Neuilly wurden die Grundpfähle so lange gerammt, bis sie in 16 aufeinander folgenden Hitzen, jede von 30 Schlägen mit dem 500 Kilo schweren Rammbären und in 12 Hitzen mit einem 692 Kilo schweren Rammbären, jedesmal nur 4 Millimeter zogen.

Perronet spricht ferner seine Meinung dahin aus, dass bei Grundpfählen, die weniger belastet werden, ein Rammbär von 3 bis 350 Kilo schwer zum Einrammen genügt und nicht eher angenommen werden darf, dass ein Grundpfahl hinreichend fest eingeschlagen sei, als wenn er auf eine Hitze von 25 bis 30 Schlägen nicht mehr als 4 bis 6 Millimeter eindringt und zwar bei einer gewissen Anzahl von Hitzen nach einander.

Aus diesen Angaben ergibt sich schon zur Genüge, wie verschieden die hin und wieder gemachten Erfahrungen sind und dieselben sich keineswegs dazu eignen, eine allgemein giltige Regel daraus herzuleiten; wol aber geht daraus hervor, dass man bei allen Rammarbeiten stets mit der grössten Vorsicht zu verfahren und alle dabei vorkommenden Umstände genau zu berücksichtigen hat. Findet sich bei Herstellung eines Pfahlrostes, dass die einzurammenden Pfähle die festeren Schichten nicht erreichen und demnach der Widerstand, welchen der Boden dem weiteren Eindringen der eingerammten

Pfähle entgegensetzt, wesentlich nur in der Reibung besteht, welche das umgebende Erdreich seitwärts gegen die Pfahlwandungen ausübt, so muss man suchen, diesen Widerstand vergrössert zu erhalten. Dieses lässt sich jedenfalls dadurch erreichen, dass man längere Pfähle zum Einrammen verwendet, und um in solchem Falle die erforderliche Länge mit einiger Sicherheit bestimmen zu können, ist es notwendig, dass man an verschiedenen Stellen der Baugrube möglichst lange Probepfähle einrammt und dabei während des Einrammens die hervortretenden Umstände genau beachtet. Würde man die Pfähle zu kurz nehmen, so würden freilich für den ersten Augenblick die Baukosten bedeutend geringer ausfallen, allein man würde dadurch für die Folgezeit durchaus unsichere Resultate erhalten. Der grösseren Sicherheit wegen für das aufzuführende Bauwerk ist es aber jedenfalls immer vorzuziehen, die Rostpfähle eher länger als zu kurz zu nehmen, wenn dadurch auch die Kosten des Grundbaues nicht unerheblich vergrössert werden. Ueberhaupt ist eine jede zweckwidrige Ersparung bei Befestigung des Baugrundes durchaus verwerflich, indem man später ganz ausser Stande ist, die durch eine fehlerhafte Herstellung der Fundamente entstehenden Nachtheile wieder zu verbessern.

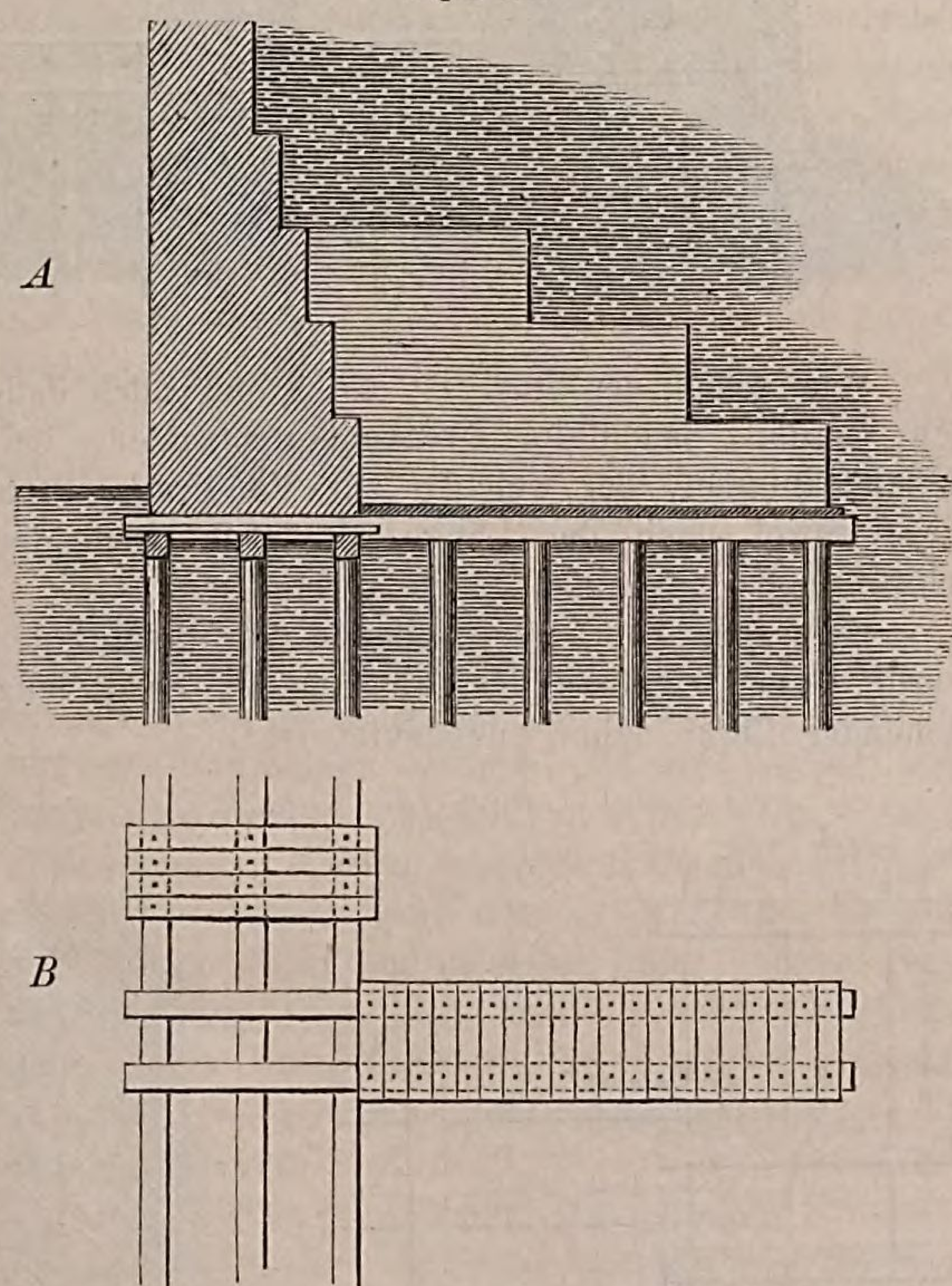
In solchem Falle, wie der hier eben erwähnte, ist es ferner sehr zweckmässig, wenn man die Pfähle dichter neben einander einrammt, also eine grössere Anzahl von Grundpfählen verwendet, als es erforderlich sein würde, wenn man die Pfähle bis in eine feste Erdschicht einrammen könnte. Hierdurch entstehen mehr Reibungsflächen und demnach auch eine Vermehrung der Reibungswiderstände und in Folge dessen auch unbedingt eine vergrösserte Tragfähigkeit des ganzen Rostes.

Zur Sicherung des Rostes ist aber ferner eine tüchtige Verbindung der Rostpfähle unter sich erforderlich und wird dieses sehr wesentlich durch die aufgezapfte Verschwellung des Rostes erhalten. Diese Verschwellung dient einmal dazu, um das darüber aufzuführende Mauergewicht mehr gleichmässig über die ganze Fläche des Rostes zu vertheilen, ferner aber trägt sie auch sehr wesentlich dazu bei, die einzelnen Pfähle in ihrer lothrechten Stellung zu erhalten. Dieses letztere ist namentlich notwendig und von grosser Wichtigkeit; denn hat bei einer fehlenden Verbindung der Pfahlreihen unter sich eine Pfahlreihe einmal erst die Tendenz, seitwärts auszuweichen, so ist, wenn solches auch nur in einem sehr geringen Grade vorerst stattfindet, eine ungleiche Senkung des darüber aufgeführten Gebäudetheils unausbleiblich und es entsteht hierbei in der That die Frage — ob ein solcher Umstand nicht sehr häufig schon die Ursache zur weiteren Senkung eines Pfahlrostes gewesen ist?

Ein solches Ausweichen des Pfahlrostes oder einzelner Theile desselben kann aber eben sowol stattfinden, wenn die Pfähle in ihrer ganzen Länge nur in weichem Boden stecken, als auch in denjenigen Fällen, wo die Pfähle mit ihren Spitzen bis in die festeren Erdschichten eingerammt sind. In beiden Fällen werden die Pfähle nur durch die sie umgebende weichere Erde in ihrer lothrechten Stellung erhalten. Es kann nun aber ein Ausweichen des Pfahlrostes namentlich dann sehr leicht stattfinden, wenn die über demselben aufgeführte Mauer einen starken einseitigen Druck erleidet, entweder durch schwere Gewölbe, welche sich unmittelbar gegen dieselbe stützen, oder durch die dahinter aufgeschüttete Erde, wie dieses bei Futtermauern namentlich der Fall ist. Dem dadurch entstehenden nachtheiligen Umstand lässt sich nur in genügendem Maasse dadurch entgegenwirken, dass man den Pfahlrost nach

der Seite hin, von wo der einseitige Druck herrührt, verankert. Diese Verankerung kann dadurch beschafft werden, dass man an der inneren Seite des Pfahlrostes in Entfernungen von etwa 5 Meter von einander, jedesmal zwei Pfahlreihen neben einander, rechtwinklich auf die Fluchtlinie des Pfahlrostes einrammt, die Pfähle dieser Reihen dann in solcher Höhe abschneidet, dass die darüber gestreckten uad aufgezapften Ankerbalken bei der Hauptverschwellung des Pfahlrostes als Querschwellen dienen, welche mit den Langschwellen des Pfahlrostes entweder überschnitten, verkämmt oder sonst fest verbunden werden. Die Schwellen dieser Ankerpfahlreihen müssen ebenfalls mit Bohlen belegt werden und werden darüber dann bis zu einer gewissen Höhe Quermauern aufgeführt, welche mit der Hauptmauer in vollständigem Verbande aufgeführt werden. In beistehenden Figuren 116 AB ist diese Konstruktion näher dargestellt.

Figur 116.



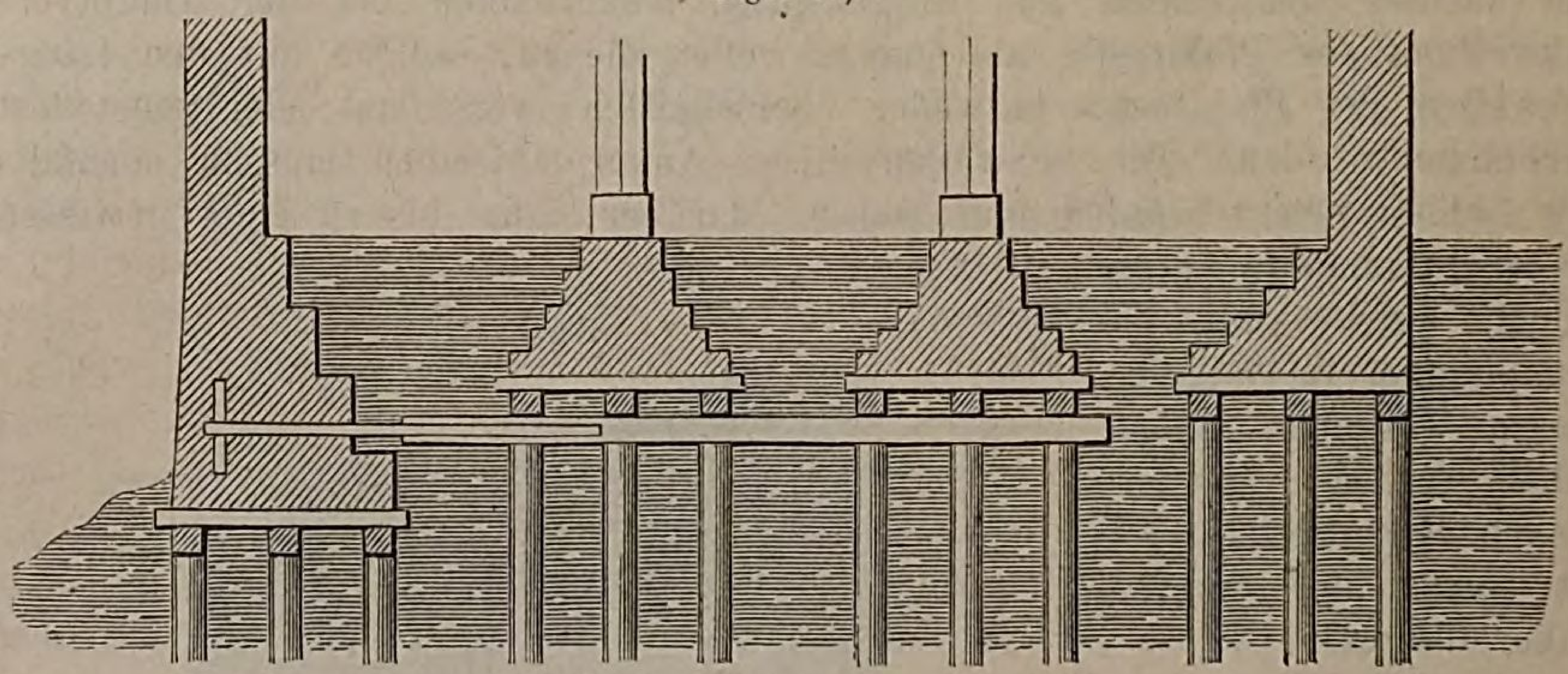
Auch bei Herstellung von Pfahlrosten unter Gebäuden verankert man sehr zweckmässig die äusseren Pfahlroste mit denjenigen unter den inneren Mauern oder Pfeilern und erhält man dadurch sowol eine mehrfache Querverbindung als auch Längenverbindung des ganzen Rostes.

Beim Grundbau eines grossen Speichers in Hamburg hatte man wesentlich Rücksicht auf die Verbindung der Pfahlroste unter den inneren Pfeilern genommen und dieselben sowol nach der Länge als auch nach der Quere des Gebäudes mit einander verbunden, indem man die Querschwellen über beide Pfeilerreihen reichend, anordnete und darüber dann die Langschwellen nach der Tiefe des Gebäudes über sämmtliche Querschwellen der einzelnen Pfeiler streckte. Die eine äussere tiefer und ebenfalls auf Pfahlrost fundirte Mauer wurde an verschiedenen Stellen durch starke eiserne Anker an die Querschwellen der Pfeilerroste verankert.

Die soeben beschriebene Anordnung entspricht indess nicht ganz dem beabsichtigten Zwecke, indem dadurch einem Ausweichen des tiefer liegenden Pfahlrostes unter der Seitenmauer nicht durchaus vorgebeugt wird, weil die Mauer und nicht der tiefer liegende Pfahlrost mit den höher liegenden Querschwellen der Pfahlroste unter den inneren Pfeilern verankert wurde. Dieses

letztere wäre jedenfalls vollständiger erreicht worden, wenn sämmtliche Roste in gleicher Tiefe gelegt und dann mit einander durch Quer- oder Langschwellen fest verbunden wären. In nachstehender Figur 117 ist die oben erwähnte Verbindung der Pfahlroste unter den Pfeilern mit einer Seitenmauer näher dargestellt.

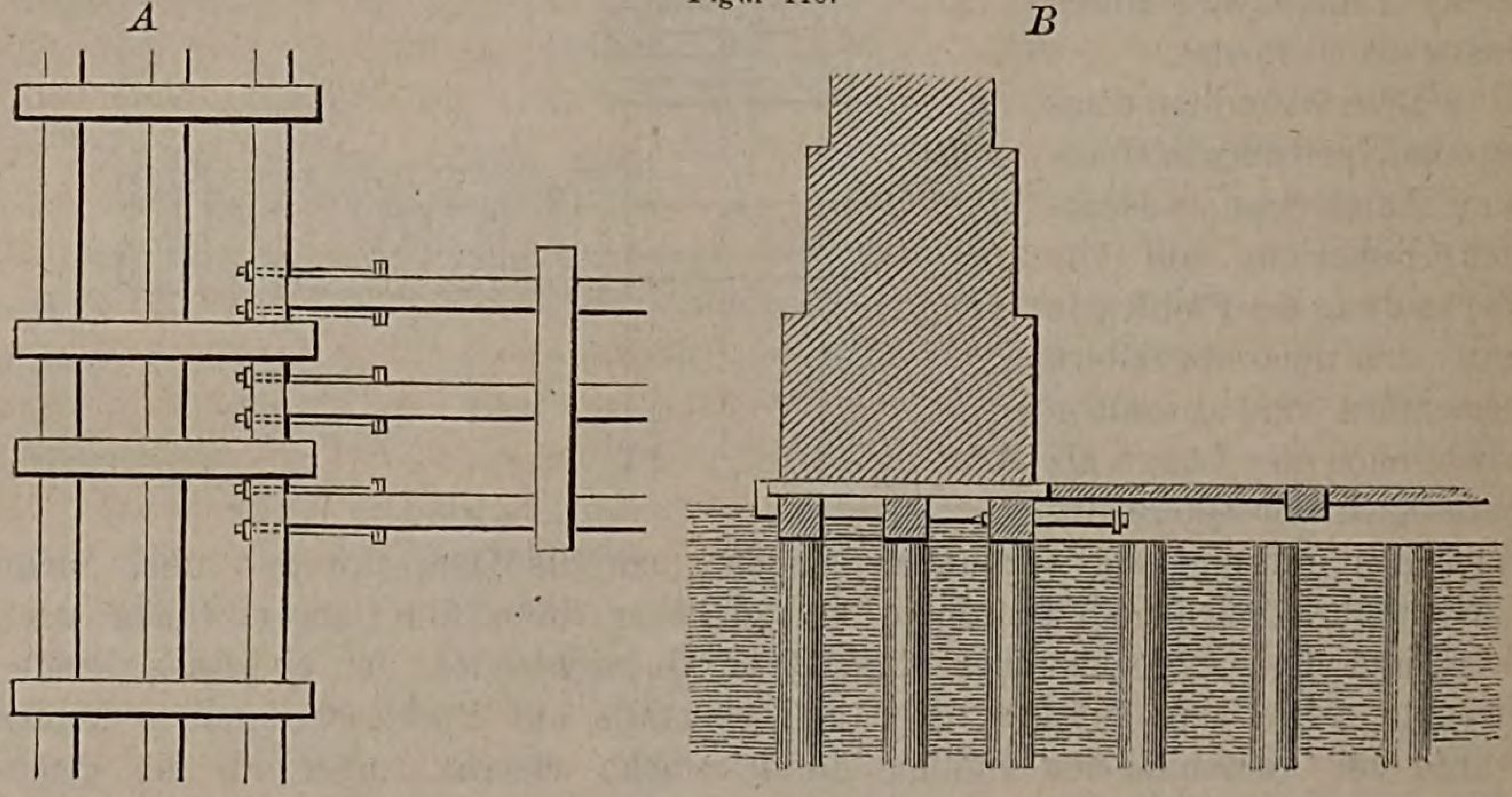
Figur 117.



Wie schon erwähnt, ist es, wenn auch dadurch mehr Kosten erforderlich werden, jedenfalls zweckentsprechender, bei grösseren ausgedehnteren Gebäudeanlagen, bei welchen zur Fundirung Pfahlroste angewendet werden, diese sowol nach der Länge als auch nach der Quere durch die Ueberschwellungen mit einander zu verbinden.

Eine sehr zweckentsprechende Verbindung der Schwellen des Pfahlrostes wurde beim Grundbau des Museums zu Berlin angewendet, welche in nachstehender Figur näher angedeutet ist[1])

Figur 118.



Die Veranlassung zu dieser Verbindung war, dass dadurch der Rost für jede einzelne Lang- oder Quermauer von dem daran stossenden Roste unabhängig wurde und man dadurch ermöglichte, dass ein Rost schon gelegt

[1]) *Romberg*'s Zeitschrift für praktische Baukunst. Jahrgang 1842.

werden konnte, wenn bei dem daranstossenden Roste noch gerammt wurde. Es wurden hier die gegenstossenden Schwellen mit der bezüglichen Langschwelle durch Ankerschienen fest verbunden. Diese Langschwelle war mit den übrigen Langschwellen des zugehörigen Pfahlrostes nicht allein durch den aufgenagelten Bohlenbelag, sondern auch durch die übergeschnittenen Querschwellen fest verbunden.

Wenn sich nun eine solche Anordnung der Verankerung bei Pfahlrosten unter Gebäuden schon als sehr zweckmässig und unter Umständen auch sogar als dringend notwendig erweist, um wieviel mehr muss dieses dann der Fall sein bei Futtermauern, die stets nur einen einseitigen Druck von der dahinter aufgefüllten Erde zu erleiden haben. Dieser Erddruck gegen die Mauer ist wesentlich abhängig von derjenigen Böschung, welche die Erde annimmt, wenn sie aufgeschüttet, sich selbst überlassen bleibt. Indem nun das zwischen dieser Böschungslinie und der Mauer befindliche Erdprisma gegen die Mauer wirkt und dieselbe seitwärts auszuschieben oder gar umzuwerfen strebt, welchem Druck sie nur durch ihr Gewicht widersteht, erleidet aber gleichzeitig dadurch auch der Pfahlrost unter der Mauer eine Wirkung, welche ihn aus seiner lothrechten Stellung zu drücken strebt. Ausser dieser Wirkung erleidet aber der Pfahlrost noch unmittelbar einen horizontalen Druck, welcher ihn auszuschieben strebt, und zwar dadurch, dass ausser demjenigen Erdprisma, welches direkt auf den Umsturz der Mauer wirkt, ein anderer Erdkörper, welcher das erwähnte Erdprisma mit begreift, in vertikaler Richtung und zwar wesentlich durch sein Gewicht auf den Untergrund oder auf diejenigen Erdschichten drückt, in welche die Rostpfähle eingerammt sind. Finden diese Erdschichten nach allen Seiten hin gleichen oder doch hinreichenden Widerstand, so kann kein weiterer Nachtheil daraus entstehen. Dieses ist aber bei Futtermauern sehr selten der Fall, und da äusserlich meistentheils die Erde sich entweder flach oder steil abböscht, und bei denjenigen Mauern, die am Wasser aufgeführt werden, die Erde durch das Wasser gewöhnlich mehr oder weniger aufgeweicht wird oder ist, überhaupt an dieser äusseren Seite der geringste Widerstand stattfindet, so weicht nach dieser Seite hin die durch das Gewicht der aufgefüllten Erde gepresste Unterschicht am nächsten aus. Dieses Ausweichen oder Ausdrängen der Erdschicht kann aber durchaus nicht ohne Einfluss auf den Pfahlrost bleiben, indem hauptsächlich und zunächst diejenige Erdschicht, in welcher den einzelnen Pfahlreihen ihre lothrechte Stellung fest und beständig erhalten werden soll, ausgedrängt wird und jedenfalls dadurch auch in Bewegung kommt. Hierzu kommt aber noch, dass die darüber aufgeführte Mauer ebenfalls einen nach derselben Richtung wirkenden einseitigen Erddruck erleidet und somit beide Wirkungen gleiche Tendenzen haben, die Mauer mit ihrem Pfahlrost aus der Stelle zu schieben. Unter solchen nachtheiligen einseitigen Einwirkungen kann aber sehr leicht der Fall eintreten, dass die Pfahlreihen aus ihrer lothrechten ursprünglichen Stellung in eine geneigte übergehen, welches aber im höchsten Grade nachtheilig für das Bauwerk selbst wird und unter Umständen sogar den Umsturz desselben nach sich ziehen kann.

Man geht bei Bestimmung der Stärke einer Futtermauer gewöhnlich von der Annahme aus, dass ein bestimmtes Erdprisma einen Seitendruck gegen die Mauer ausübe, und müsse die Mauer eine solche Stärke erhalten, um mit ihrem statischen Momente dem entstehenden oder stattfindenden Erddruck vollständig widerstehen zu können; man berücksichtigt dabei aber nicht, dass,

wie oben erwähnt wurde, der Pfahlrost unter der Mauer ebenfalls einen sehr erheblichen Seitendruck erleidet. Die Pfähle stehen nur mit ihren Spitzen in festeren Erdschichten, vorausgesetzt, dass solche in der Tiefe vorhanden sind und die Pfähle bis in dieselben eingerammt wurden. Der obere Theil dieser Pfähle und zwar der bei weitem längste Theil derselben wird aber wesentlich nur durch die oberen weicheren Erdschichten gegen Ausweichen aus der lothrechten Stellung erhalten.

Es ist aber nicht allein, dass die über den Pfahlrost aufgeführte Mauer durch den einseitigen Druck, welchen dieselbe durch die dahinter aufgeschüttete Erde erleidet, schon die Tendenz erhält, auszuweichen und ein Gleiches auch in Bezug auf den Pfahlrost daraus erfolgt, sondern berücksichtigt man ferner, dass bei anhaltender und strenger Kälte die hinter der Mauer unmittelbar anliegende Erde sehr leicht gefrieren kann, wobei sie sich dann mit grosser Kraft ausdehnt und unmittelbar gegen die Mauer drückt und eine, wenn auch kaum wahrnehmbare Bewegung hervorbringt, so ist diese Wirkung doch jedenfalls immer derart, dass dadurch auch auf den Pfahlrost selbst bis zu einem gewissen Grade eingewirkt wird und demnach dem schon durch das Ausdrängen der unteren Erdschichten ausgeübten Horizontaldruck gegen die einzelnen Pfahlreihen des Rostes zu Hilfe kommt.

Von grösserem Einfluss ist dieser nachtheilige Umstand jedenfalls, wenn die einzelnen Pfähle nicht bis in festere Schichten eingerammt sind, und ihre Tragfähigkeit nur hauptsächlich in dem Reibungswiderstand zwischen Erde ünd Pfahlwandung besteht. Wird in solchem Fall der Rost ausgedrängt, so hört die Wirkung des Reibungswiderstandes zwischen Pfahl und Erde bis zu einem gewissen Grade auf und es muss dann die Erde mit ihrer Dichtigkeit dem weiteren Ausweichen der Pfahlreihen widerstehen. Es liegt aber klar auf der Hand, dass durch ein geringes Ausweichen des Pfahlrostes selbst aus seiner lothrechten Stellung der Einsturz einer darüber aufgeführten Mauer verursacht werden kann, indem der vertikale durch das Gewicht der Mauer hervorgebrachte Druck, welcher anhaltend wirksam bleibt, in Verbindung mit dem gegen die Mauer ausgeübten Seitendruck der hintergefüllten Erde jedenfalls dazu beiträgt, die einmal eingetretene Abweichung der Pfahlreihen aus ihrer lothrechten Stellung zu vergrössern und in diesem Falle wirken dann verschiedene Kräfte, die das Bestreben haben, den Pfahlrost noch mehr aus seiner lothrechten Stellung zu drängen.

Dass ein Ausweichen der unteren Erdschichten unter den hier in Rede stehenden Verhältnissen stattfinden kann und stattgefunden hat, ist durchaus nicht zu bezweifeln und sind überhaupt die Fälle nicht vereinzelt, wo durch höhere Erdaufschüttungen der weichere Untergrund seitwärts gedrängt worden ist und zwar immer sichtbarlich nach denjenigen Richtungen hin, wo der geringste Widerstand vorhanden war. Bei Chausseebrücken ist es vorgekommen, dass eine gewölbte Brücke, ohne sich zu senken und ohne in ihren Widerlagern zu weichen, nach der Richtung ihrer Länge spaltete und zwei von einander getrennte Bogen bildete. Die Ursache hiervon lag darin, dass die schweren Erddämme in den Boden eingesunken waren und den weicheren Untergrund nach beiden Seiten hin fortgedrängt hatten, wobei aber dann gleichzeitig auch die einzelnen Pfahlreihen des Rostes verschoben waren.

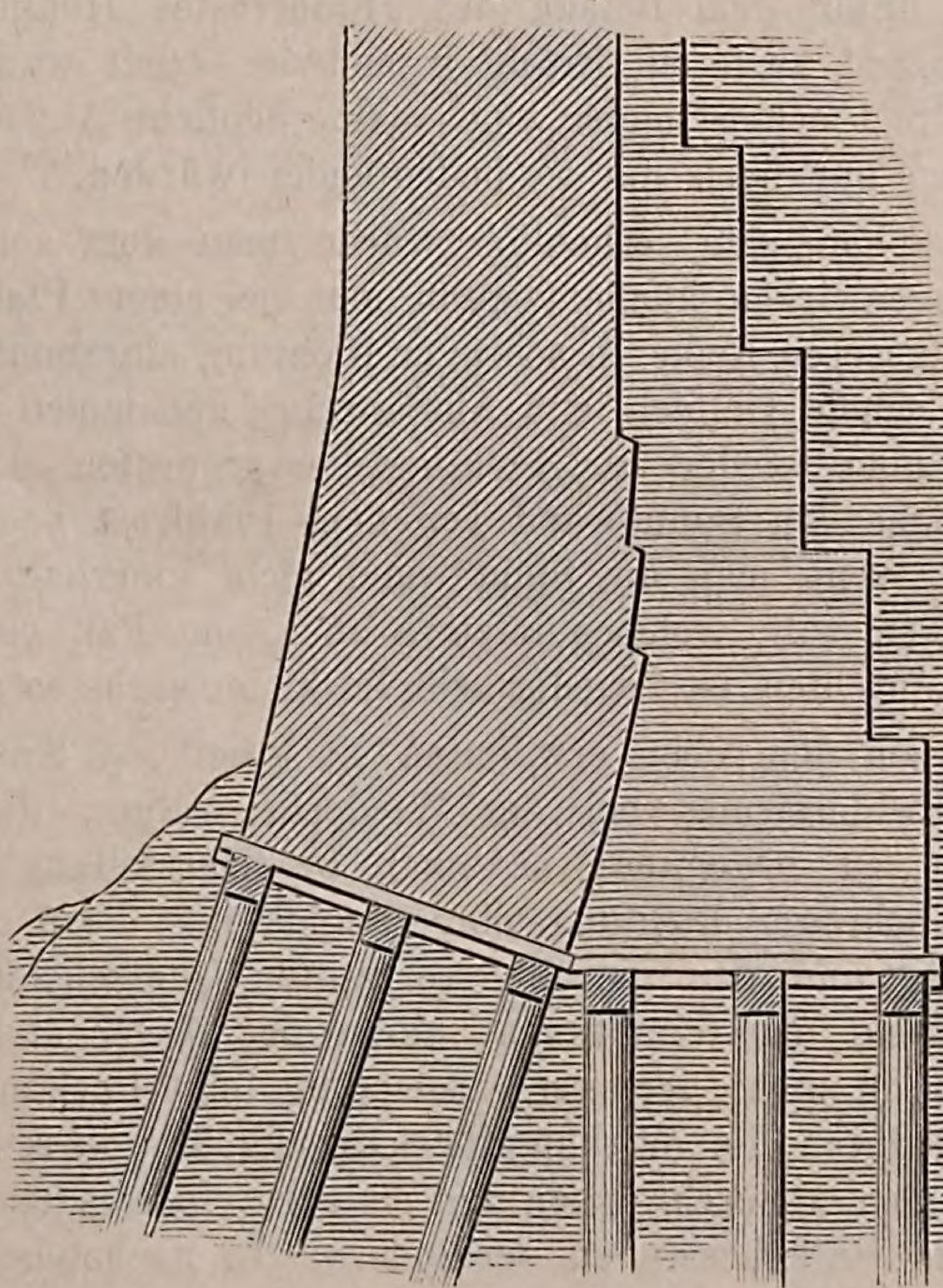
Bei einer Hafenmauer, welche etwa 2,51 Meter über der Sohle des Hafenbassins angelegt war, war der Untergrund nach der Wasserseite hin abdossirt und zwar in etwa 1½füssiger Böschung. Die Mauer war fundirt auf einem

Pfahlrost mit drei Pfahlreihen, und waren die Pfähle durch aufgezapfte Querschwellen und durch einen nach der Länge gestreckten Bohlenbelag mit einander verbunden. Bei sehr stürmischen Wetter und bei einer hohen Sturmflut stellte sich in den rückliegenden Erdschichten eine solche Bewegung ein, dass der Pfahlrost unter der Mauer auf einer grösseren Länge nach dem Innern des Hafenbassins mit fortgeschoben wurde und war dasselbe an einer Stelle fast um 94 Zentimeter aus der ursprünglichen Richtung gedrängt, wobei mehrere Pfähle ganz abgebrochen waren, indem die tiefer steckenden Pfahlspitzen nicht in gleicher Weise ausgedrängt wurden. Die Hafenmauer stürzte selbstverständlich zum grossen Theil zusammen. Der Boden bestand hier aus aufgeschwemmten Erdreich. Hätte man hier gleich Anfangs den Pfahlrost nach der inneren Seite (Landseite) hin durch gehörig lange Ankerbalken auf eingerammten Pfählen verzapft und damit fest verbunden, verankert, so hätte ein solches Ausweichen schwerlich stattfinden können, um so weniger, da die Fortbewegung des Grundes mehr in den mittleren Erdschichten und in der Nähe der Hafenmauer stattgefunden hatte.

Die Brücke bei Tours über die Loire stürtzte in Folge dessen ein, dass die Rostpfähle unter den Pfeilern nur etwa 1,25 Meter tief in aufgeschwemmten Boden steckten, der ihnen allein die nötige Haltung gegen seitliches Ausweichen geben sollte, da ihre Spitzen lose oder doch nur sehr wenig auf oder in dem Tuffelsen steckten. Die Erdschicht war aber nicht mächtig genug, das Ueberneigen und vollständige Umstürzen der Pfähle zu verhindern.

In England führt man vielfach schräge Futtermauern auf, die mit ihrer Rückseite sich gegen die Hinterfüllungserde lehnen und ausserdem aber auch noch in geringen Abständen an der Rückseite der Mauer durch gleichzeitig mit demselben aufgeführte Strebepfeiler unterstützt werden und wobei die Strebepfeiler dann senkrecht heraufgeführt werden, wie dieses in nebenstehender Figur 119 dargestellt ist.

Figur 119.



Bei dieser Anordnung sind die Lagerfugen der Mauer stets normal gegen die äussere Fläche gerichtet.

Werden diese Mauern auf Pfahlrosten fundirt, so werden die Rostpfähle ebenfalls nach schräger Richtung eingerammt und zwar so, dass ihre Längenrichtung normal auf die Lagerfuge der untersten Mauerschicht trifft. Die Pfähle unter den Rosten der Strebepfeiler werden jedoch senkrecht eingerammt und der Rostbelag, welcher hierbei wagerecht gelegt wird, wird mit demjenigen unter der schrägen Mauer möglichst fest verbunden. Die Lagerfugen des Mauerwerks der hinteren Strebepfeiler werden wagerecht hergestellt und

wird dasselbe mit den geneigten Schichten der äusseren Mauer möglichst in Verband gebracht.

Diese schrägen Mauern erfordern eine verhältnissmässig erheblich geringere Stärke, um dem Erddrucke zu widerstehen, als die senkrecht aufgeführten Mauern. Die Ursache hiervon liegt aber nicht allein darin, dass die Mauern vermöge ihrer schrägen Lage dem Erddrucke besser widerstehen, weil nunmehr eine bedeutend grössere Kraft erforderlich ist, um dieselbe umzuwerfen, sondern sie ist auch gleichzeitig darin zu suchen, dass die Richtung der Rostpfähle ebenfalls eine schräge ist und daher dieselben unter Mitwirkung der darüber aufgeführten Mauerlast dem Seitendruck der aus der Stelle gedrängten Erde einen erheblich grösseren Widerstand entgegensetzen können.

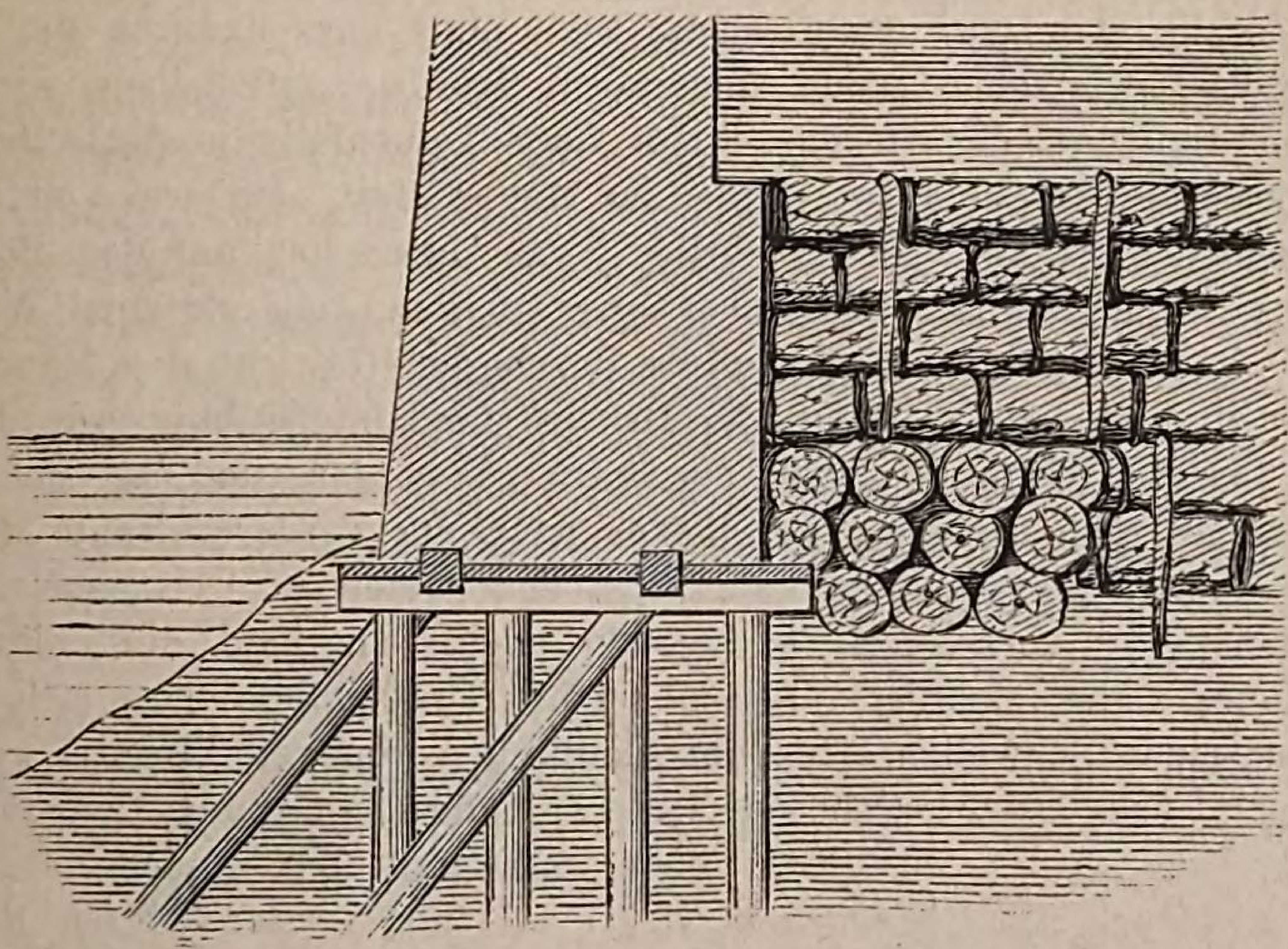
Um zu erreichen, dass der Druck der oberen Erdschichten nicht auf die tiefer liegenden Schichten wirke und somit diese letzteren durch das Gewicht des drückenden Erdprismas nicht gegen den Pfahlrost und gegen den unteren Theil der Futtermauern gedrängt werde und beide Theile auszuschieben strebe, hat man auch in Vorschlag gebracht, auf der inneren Seite der Futtermauer in einiger Höhe über dem Hauptpfahlrost einen zweiten Pfahlrost, jedoch von leichterem Holze herzustellen und diesen ebenfalls mit einem dichten Belage zu versehen und darüber dann die Hinterfüllungserde zu bringen. Diese Anordnung, so zweckmässig sie nun auch in einzelnen Fällen erscheinen möchte, ist aber einmal viel zu kostspielig, als dass sie eine weitere Anwendung finden könnte, ferner aber würde dieselbe den grossen Nachtheil mit sich führen, dass unter dem Belage des Hinterrostes Höhlungen entstehen. Sollte aber überhaupt auch ein Erfolg irgendwie erzielt werden, so müsste dieser hintere Pfahlrost schon immer eine sehr erhebliche Ausdehnung erhalten, wodurch die Kosten nur noch um so bedeutender würden.

Schon sehr erheblich würde man dem vorhandenen Erddrucke dadurch entgegenwirken können, wenn man bei einem Pfahlroste die sämmtlichen Pfähle der äusseren Reihe in schräger Richtung einrammte, welches Verfahren in England schon vielfach zur Ausführung gekommen ist. Durch diese Anordnung wird aber wieder der Nachtheil hervorgerufen, dass man alsdann mit der einzurammenden Spundwand von dem Pfahlrost bedeutend mehr entfernt bleiben muss, wenn man die Spundwand nicht innerhalb der schrägen Pfahlreihe einschlagen will, welches letztere aber, im Fall eine Unterspülung des Grundes zu befürchten ist, wieder sehr leicht im höchsten Grade gefährlich werden kann.

Um dem oben erwähnten Nachtheil des Ausdringens des Pfahlrostes und der Erddossirung bei der Wiederherstellung der eingestürzten Hafenbassinmauer zu begegnen, hat man bei Herstellung des Pfahlrostes Strebepfähle nach schräger Richtung eingerammt und diese dann mit den einzelnen Rostpfählen und den hierüber verzapften Querschwellen fest verbunden. Gleichzeitig hat man unmittelbar hinter der Mauer und zwar am unteren Theil derselben in nicht geringer Ausdehnung eine Packung von Buschwerk hergestellt, um dadurch die Wirkung des Drucks der oberen Erdschichten auf die tieferliegenden abzuschwächen und dadurch ein Ausdringen der unteren Erddossirung in das Hafenbassin zu verhindern. In nachstehender Figur 120 ist diese Anordnung näher dargestellt.

Die hier ausgeführte Anordnung ist im Allgemeinen weniger zweckmässig, weil durch das Zusammensinken des Packwerkes häufige Auffüllungen von Erde notwendig werden, zumal wenn das Buschwerk erst gänzlich verfault.

Figur 120.



Jedenfalls würde man durch tüchtige Verankerungen des Pfahlrostes nach der Landseite hin, einen sicheren Erfolg für längere Zeitdauer erreicht haben.

Bei dem Bau des rechtsseitigen Stirnpfeilers der Flakensee-Brücke wurde eine sehr zweckmässige Befestigung des Grundes zur Ausführung gebracht [1]).

Es fand sich hier die feste Sandschicht erst in einer Tiefe von 6,59 Meter unter dem Wasserspiegel und zwar in der Weise, dass nach derselben zunächst in 2,51 Meter Stärke feinster Sand mit Thon (schlammiger Sand), darüber in 62 Zentimeter Stärke sehr feiner Sand, endlich in etwa 2,82 Meter Stärke Moorboden lagerte. Es gelang, die Spundwände an einzelnen Stellen nur 62 bis 94 Zentimeter tief in den festen Sand einzurammen und die Baugrube nur etwa 4,08 Meter unter dem Wasserspiegel auszugraben. Bei dieser Ausgrabung und dem demnächstigen Pumpen wurden die Quellen jedoch so stark, dass Durchbrüche von unten zu befürchten standen. Da nun die Dammschüttung hinter diesem Stirnpfeiler noch 7,21 Meter Höhe erhalten musste, also der feste Sandgrund 4,08 + 7,21 Meter = 11,29 Meter unter die Krone des Dammes zu liegen kam, so wurde ein weiteres Ausgraben ausgesetzt, und man entschloss sich zur Ausführung eines Pfahlrostes. Die Pfähle desselben wurden 2,51 bis 2,82 Meter tief in die feste Sandschicht eingetrieben und 3,45 Meter unter dem Wasserspiegel abgeschnitten. Die Zwischenräume zwischen den Pfählen wurden auf 0,94 bis 1,09 Meter Tiefe mit Bruchsteinen ausgerammt, demnächst die Pfähle verholmt und der Bohlenbelag aufgenagelt.

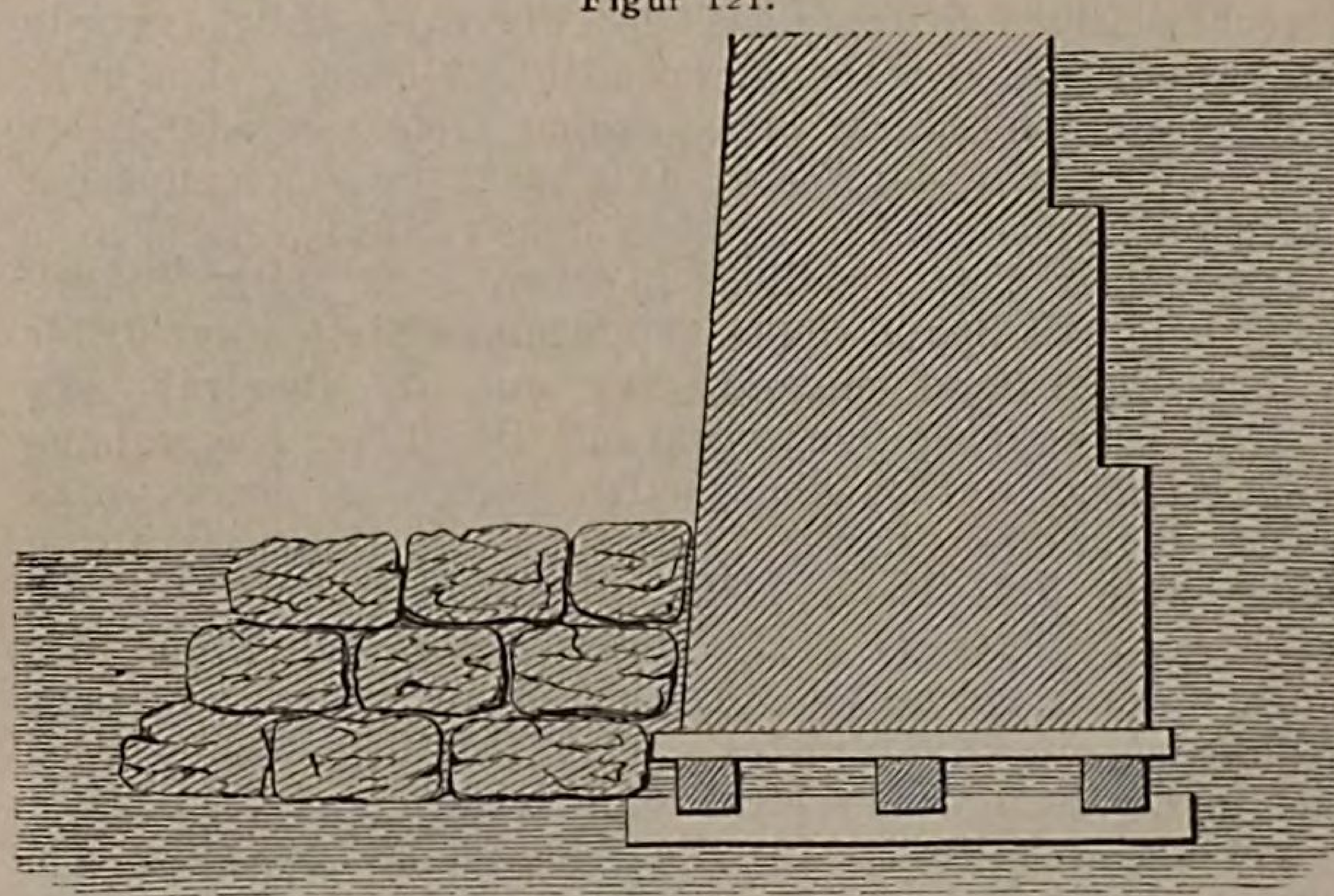
Nunmehr wurde der ganze Raum 1,88 Meter hoch ausgemauert und hierauf der Form des Stirnpfeilers und der Flügelmauer entsprechend, ein Bankett von resp. 3,45 und 2,82 Meter Breite bei 86 Zentimeter Höhe aus Bruchsteinen in Zement ausgeführt. Der Raum innerhalb dieser Bankette wurde mit Bruchsteinabfällen ausgefüllt, und man erhielt auf diese Weise in dem Pfeilerfundamente eine kompakte schwere Masse, welche dem Bestreben der 7,21 Meter hohen Dammschüttung, eben dieses Pfeilerfundament in dem moorigen und schlammigen Boden zu verschieben, sicher entgegenwirkte.

In ähnlicher Weise kann auch bei Gründung auf einem Schwellenroste das Ausdrängen der tieferen Erdschichten stattfinden und alsdann sehr nachtheilig einwirken. In diesem Falle ist es aber nicht allein die Hinterfüllungserde, welche diese Wirkung hervorzubringen sucht, sondern auch in einem hohen Grade die Mauer selbst. Der Druck der Hinterfüllungserde verhindert das Ausdrängen oder das Seitwärtsschieben des Untergrundes unter der Mauer

[1]) Zeitschrift für Bauwesen Jahrgang 1859.

nach der inneren Seite hin, vollständig und wird somit der Boden an dieser Stelle jedenfalls eher noch mehr komprimirt, ohne dass dadurch die Wirkung auf denselben, wie oben näher angegeben wurde, aufgehoben wird. Eine solche Komprimirung des Bodens findet aber keinenfalls in demselben Grade an der vorderen oder äusseren Kante der Mauer statt, sondern weil hier, wie aus vorstehender Figur 120 ersichtlich, von oben her auf den Boden kein Gegendruck vorhanden ist, und daher hier auch nur ein geringer Widerstand stattfinden kann, so wird nicht allein durch das Gewicht der Mauer selbst, sondern auch durch die Wirkung des Drucks der Hinterfüllungserde der Boden nach der äusseren Seite hin leicht ausgedrängt werden, und die Folge davon muss notwendig eine Senkung des Rostes nach der vorderen Kante der Mauer sein. Ist aber eine solche Senkung erst eingetreten oder ist auch nur erst eine Tendenz dazu vorhanden, so werden auch sehr bald die Folgen davon an der Mauer selbst sichtbar. Einem solchen Uebelstande wird sich aber bei Anwendung eines Schwellenrostes nur dadurch vorbeugen lassen, wenn man, vorausgesetzt, dass man gegen jede Unterspülung des Grundes vollständig gesichert ist, den Rost so tief legt, dass ausserhalb der Mauer noch ein genügender Erddruck als Gegendruck wirkt, welcher letztere durch Bedeckung und Abpflasterung mit grösseren Steinen noch erheblich vergrössert werden kann. Um aber einen genügenden Gegendruck zu erhalten, müsste in einem solchen Falle das Fundament mindestens 94 Zentim. tief in die Erde eingelegt werden. (S. Figur 121).

Figur 121.



Wenn nun durch die Anordnung schräg eingerammter Pfahlreihen bei Futtermauern und solchen Mauern, welche einem starken einseitigen Drucke zu widerstehen haben, bei sonst regelrechter Ausführung, die Wirkung dieses einseitigen Drucks, sowie auch die der ausdrängenden Erdschichten sehr bedeutend abgeschwächt und gemindert wird, so ist diese Anordnung doch nicht überall und sehr häufig bei Ausführung der Fundamente von Gebäuden gar nicht anwendbar, indem hier nicht selten die Lokalverhältnisse dasselbe gänzlich verhindern. In diesem letzteren Falle ist es aber auch nicht immer erforderlich, den Pfahlrost gegen Ausdrängen durch den Erddruck zu sichern, sondern es kommt dann namentlich darauf an, für die Pfahlreihen einen möglichst sicheren Stand zu erhalten, dass sie überall durch die Gebäudelast nicht seitwärts gedrängt werden können. Dieses Letztere erlangt man aber bei Gebäuden unbedingt weit besser durch eine gegenseitige Verankerung sämmtlicher Pfahlroste eines Gebäudes mit einander als durch Anordnung schräg eingerammter Pfähle.

Was die Ausführung eines Pfahlrostes betrifft, so ist darüber noch Folgendes zu bemerken.

Die Pfähle werden in zwei oder mehreren Reihen neben einander eingerammt, je nachdem die darüber aufzuführende Mauer ein schmäleres oder breiteres Fundament erhalten soll. Die Entfernung der einzelnen Reihen von einander beträgt von Mitte zu Mitte 60 Zentimeter bis höchstens 1 Meter, welche Entfernung sich aber auch wieder nach der Last der darüber aufzuführenden Mauer richtet. Die Entfernung der Pfähle in den einzelnen Reihen beträgt von Mitte zu Mitte 0,87 bis höchstens 1,25 Meter. Diese Entfernungen sind aber auch wieder abhängig von der Stärke des darüber zu legenden Rostes und der Last der darüber aufzuführenden Mauer.

Die Pfähle werden vermittelst der Zugramme oder der Kunstramme bis zur gehörigen Tiefe gerammt und ist, was die Anwendung dieser beiden Arten Rammen betrifft, je nach der Beschaffenheit des Grundes, in welchen die Pfähle eingerammt werden sollen, der einen oder der anderen Ramme der Vorzug zu geben.

Bei der Zugramme fällt der Rammklotz in schnell auf einander folgenden Schlägen aus einer Höhe von etwa 1,56 Meter auf den einzurammenden Pfahl nieder, wo dagegen bei einer Kunstramme derselbe aus einer Höhe von mindestens 3,13 bis 3,76 Meter, jedoch in weit grösseren Zeitpausen auf den Pfahl niederschlägt. Es liegt nun auf der Hand, dass die Wirkung dieser letzteren Ramme bei gleicher Schwere des Rammklotzes bedeutend kräftiger ist, als bei der Zugramme, aber dennoch ist die Anwendung der Kunstramme nicht in allen Fällen derjenigen der Zugramme vorzuziehen. Ist z. B. der Boden, in welchen die Pfähle eingerammt werden sollen, sehr lehmig oder thonig und demnach von zäher Beschaffenheit, so kommt es darauf an, den Widerstand, welchen die Zähigeit des Bodens dem weiteren Eindringen des Pfahls entgegensetzt, schnell zu überwinden, und ist in diesem Falle die Anwendung der Kunstramme jedenfalls weit zweckmässiger als die der Zugramme, weil der Schlag des Rammklotzes bei ersterer bedeutend kräftiger wirkt und es hierbei gar nicht in Betracht kommt, ob durch die länger anhaltende Erschütterung, in welche der Pfahl durch die schnell auf einander folgenden Schläge einer Zugramme gesetzt wird, die den Pfahl umgebende Erde ebenfalls dadurch in erschütternde Bewegung gesetzt werde oder nicht, weil bei dieser lehmigen oder thonigen Beschaffenheit des Grundes eine weitere mitgetheilte Erschütterung desselben wenig oder gar keinen weiteren Einfluss auf ein schnelleres Eindringen des Pfahls hat, sondern es kommt hier nur darauf an, dass der Schlag des Rammklotzes möglichst kräftig auf den Pfahl treffe und diesen rasch in den Boden eintreibe. Ist dagegen der Boden sehr sandig, so treten ganz andere Umstände ein und es ist dann die Anwendung der Kunstramme unter allen Umständen wol nicht unbedingt so zweckmässig, als viele Baumeister überhaupt annehmen. Bei einem sehr sandigen Boden wird das Eindringen des Pfahls in den Grund jedenfalls dadurch wesentlich erleichtert, wenn die durch den Schlag des Rammklotzes auf den Pfahl verursachte Erschütterung den anliegenden Erdtheilchen mitgetheilt und diese dadurch ebenfalls in Bewegung gesetzt und gleichsam abgestossen, und dann durch die schnell auf einander folgenden Schläge des Rammklotzes während der Zeit einer Rammhitze darin erhalten werden. Bei der Kunstramme dagegen entsteht durch das Aufwinden des Rammbären nach erfolgtem Schlage eine längere Zwischenpause, während welcher der Boden wieder vollständig zur Ruhe kommt und vielleicht gar noch fester sich wieder abgelagert hat. Bei dem nächstfolgenden Schlage des Rammbären muss aber der Boden erst

wieder in Bewegung gebracht werden, womit jedoch ein grosser Theil der Kraftwirkung verloren geht. Dieser Verlust würde jedoch vollständig wieder eingeholt werden, wenn dem ersten Schlage sofort ein zweiter und dritter Schlag nachfolgen könnte, um die einmal hervorgebrachte Bewegung der anliegenden Erdtheilchen länger zu erhalten. Dieses ist aber bei der Kunstramme nicht der Fall, sondern nach einem jedesmaligen Schlage tritt ein Zustand der Ruhe wieder ein, während welcher Zeit die Erdtheilchen sich an den Pfahl wieder anlegen können, welcher Umstand aber wesentlich dazu beiträgt, den Widerstand, welchen der Boden dem schnelleren Eindringen des Pfahls entgegen setzen würde, zu vergrössern. Dieses ist auch vornehmlich eine Ursache mit, dass bei Anwendung von Kunstrammen die Pfähle während des Einrammens durch das Aufschlagen des Rammbären nicht selten im Grunde brechen oder sich stauchen und dann bei fortgesetzten Rammen wieder anfangen zu weichen, welches letztere aber dann keineswegs eine genügende Sicherheit geben kann. Diese Ergebnisse finden namentlich leicht statt, wenn die einzurammenden Pfähle nicht eine gehörige Stärke haben. Auch kommt es bei Anwendung der Kunstramme nicht selten vor, dass die Pfähle an ihren Köpfen spalten, welches aber auch wieder von grossem Nachtheil ist. Dieses Spalten kann selbst durch Umlegen eines starken eisernen Ringes um den Pfahlkopf nicht immer verhindert werden.

Bei Anwendung der Zugramme treten diese erwähnten Nachtheile viel seltener ein; dieses ist auch selbst dann der Fall, wenn man verhältnissmässig nur schwache Pfähle anwendet, weil hierbei einmal die Wirkung des Schlages nicht so kräftig ist, ferner aber auch, weil durch die rasch auf einander folgenden Schläge des Rammbären der anliegende Boden während der Zeitdauer der Rammhitze in fortwährender Bewegung erhalten und somit auch unbedingt der Widerstand gegen das tiefere Eindringen des Pfahls verringert wird.

Die Richtigkeit dieser Annahme findet man in der Praxis vielfach bestätigt. Bei der Herstellung eines Pfahlrostes unter einer aufzuführenden Ufermauer in Bremen, wurden die Rostpfähle in den durchaus sandigen Boden vermittelst einer Kunstramme bis zum Stehen eingerammt. Nachdem nun die sämmtlichen Pfähle eingerammt und unter den Schlägen der Kunstramme nicht tiefer mehr eindrangen, wendete man vor Auflegung des Rostes noch versuchsweise eine gleichschwere Zugramme an, vermittelst welcher dann die Pfähle während mehrerer Rammhitzen noch tiefer eingerammt wurden.

Beim Bau einer Schleuse auf dem North-Walsham- und Durham-Kanale, wo der Boden aus Moorerde bestand, worin sich Sandadern und einzelne Kieslager vorfanden, die in allen Richtungen das Wasser zudringen liessen und den Grund so erweicht hatten, dass man ohne grosse Mühe eine eiserne Stange bis auf 8,78 Meter Tiefe einstossen konnte, in welcher Tiefe sich dann ein festerer Untergrund vorfand, wurde die Baugrube mit einigen Reihen von Spundwänden umgeben. Die Spundpfähle drangen beim Einrammen nie tiefer als 4,70 Meter ein und oft nur 2,82 bis 3,13 Meter, und wenn die Arbeit für eine kurze Zeit unterbrochen war, liessen sie sich gar nicht mehr bewegen und konnten alsdann unter den Schlägen der Ramme nicht tiefer herabgebracht werden. Dieses Beispiel dient auch zur Bestätigung obiger Annahme und stehen derartige Beispiele keineswegs vereinzelt da. Wenn man nun derartige Beispiele in den verschiedenen Lehrbüchern über Baukunst nur selten angeführt findet, so kann man doch daraus keineswegs einen obiger Annahme

entgegengesetzten Schluss ziehen, sondern es lässt sich mit Sicherheit annehmen, dass man derartigen Vorkommnissen bis dahin im Allgemeinen zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet hat.

Durch Anwendung der Kunstramme bei Grundbauten wird jedenfalls sehr erheblich an Arbeitskosten gespart, indem zur Handhabung derselben bedeutend weniger Arbeitskräfte erforderlich sind, als bei der Zugramme; denn, wenn bei einer Kunstramme, deren Rammbär 500 Kilogr. schwer ist, höchstens 9 Arbeiter zu allen dabei vorkommenden Arbeiten, als Pfahleinsetzen, Aufdrehen des Rammbären, Versetzen des Rammgestells und so weiter erforderlich sind, so muss man bei einer Zugramme auf jede 50 Kilogr. Gewicht des Rammbären mindestens 3 Arbeiter annehmen, sodass also zum Aufziehen eines gleich schweren Rammbären mindestens 30 Arbeiter erforderlich sein würden. Aber dennoch ist die Anwendung der Kunstramme, wie auch schon oben näher aus einander gesetzt wurde, nicht in allen Fällen so zweckmässig und vortheilhaft, dass es unter Umständen nicht auch vorzuziehen wäre, die Zugramme anzuwenden und das Opfer grösseren Tagelohns zu bringen. Es sind darüber aber keineswegs bestimmte Vorschriften zu geben, indem die dabei vorkommenden bestimmenden Umstände zu verschiedenartig sein können, und muss dieses daher stets dem vernünftigen Ermessen des Baumeisters überlassen bleiben, nachdem er sich über die Beschaffenheit des Grundes durch Bohrversuche oder durch sonstige Untersuchungen gehörig unterrichtet hat, sich für die Anwendung der einen oder der anderen Ramme zu entscheiden. In allen Fällen ist aber während des Einrammens der Pfähle eine genaue Beaufsichtigung darüber erforderlich und namentlich sind alle während des Einrammens der Pfähle sich zeigenden Zufälligkeiten und besonders plötzlich eintretende Verschiedenheiten des Eindringens eines Pfahls beim Einrammen genau zu beachten. Man darf nicht, wenn sich solche Zufälligkeiten plötzlich zeigen, auf's Gerathewol weiter rammen, sondern man muss zunächst die Ursache einer solchen plötzlichen Veränderung zu ermitteln suchen, welches entweder mit einem Visitireisen oder mit einem sonst geeigneten Werkzeuge und zwar unmittelbar am Pfahl herunter geschehen muss. Findet man hierbei ein Hinderniss im Grunde, etwa einen grösseren Stein oder einen alten Baumstamm, so muss man den Pfahl wieder herausziehen und denselben alsdann mit einem starken eisernen Pfahlschuh versehen und damit suchen durch das Hinderniss durchzudringen; oder aber, wenn dieses nicht zu dem erwünschten Ziele führen sollte, was auch wol nur in den wenigsten Fällen stattfindet, so muss man die Pfähle in der Reihe etwas versetzen und auf diese Weise suchen, dem Hinderniss auszuweichen. Zeigt es sich aber bei der Untersuchung, dass der Pfahl im Grunde gebrochen ist oder dass derselbe sich gestaucht hat und dadurch den Rammschlägen wieder besser nachgibt und scheinbar tiefer eindringt, so kann der Pfahl durchaus nicht mehr als giltig angenommen werden, sondern er muss durch einen anderen ersetzt werden.

Die Rammpfähle müssen eine dem Gewichte des Rammbären angemessene Stärke haben, denn wollte man leichte Pfähle mit schweren Rammbären einrammen, so würde man bei einiger Festigkeit des Grundes sehr leicht ein Stauchen der Pfahlspitzen oder ein Zerschlagen der Pfahlköpfe oder überhaupt ein Brechen der Pfähle veranlassen, welches aber für die Festigkeit des späteren Pfahlrostes immer vom grössten Nachtheil sein würde. Die schwersten Rammbären, welche gewöhnlich und in den meisten Fällen zur Anwendung

kommen, haben ein Gewicht von 500 bis 650 Kilogr. Derartige Rammbären sind von Gusseisen und finden meistens nur bei Kunstrammen Anwendung. Diejenigen Rammbären, welche bei den Zugrammen angewendet werden, haben selten ein grösseres Gewicht als 400 bis 450 Kilogr. und sind dann meistens von Holz aus starken Wurzelenden gemacht. Diese hier angegebene Schwere ist aber in den gewöhnlichen Fällen auch vollständig genügend.

Was die Stärke der Pfähle betrifft, so hängt diese aber auch ferner von der nötigen Länge und von der späteren Belastung derselben ab. *Perronet* sagt, dass die Pfähle bei einer Länge von 4,70 bis 5,64 Meter eine mittlere Stärke von 26 Zentimeter erhalten müssen, und diese Stärke auf jede folgende 1,88 Meter um 5 Zentimeter zunehmen muss, wenn der Pfahl freisteht, dagegen, wenn die Pfähle grösstentheils im Grunde stecken und sonach am Biegen und Brechen verhindert werden, genügt ein Zuwachs der Stärke auf jede folgende 1,88 Meter um 26 Millimeter. In England aber wendet man dennoch schwächere Pfähle an und zwar gewöhnlich Pfähle von 20 bis 23 Zentimeter mittleren Durchmesser.

Wenngleich nun, wie bereits angeführt wurde, mit Sicherheit nicht diejenige Grenze zu bestimmen ist, bis zu welcher ein Pfahl eingerammt werden muss, um ein bestimmtes Gewicht tragen zu können, ohne dadurch weiter eingedrückt zu werden, so erscheint es dennoch angemessen, hier das Urtheil eines erfahrenen und jedenfalls kompetenten Baumeisters schliesslich noch mitzutheilen.

Woltmann sagt in seinen Beiträgen zur hydraulischen Architektur:

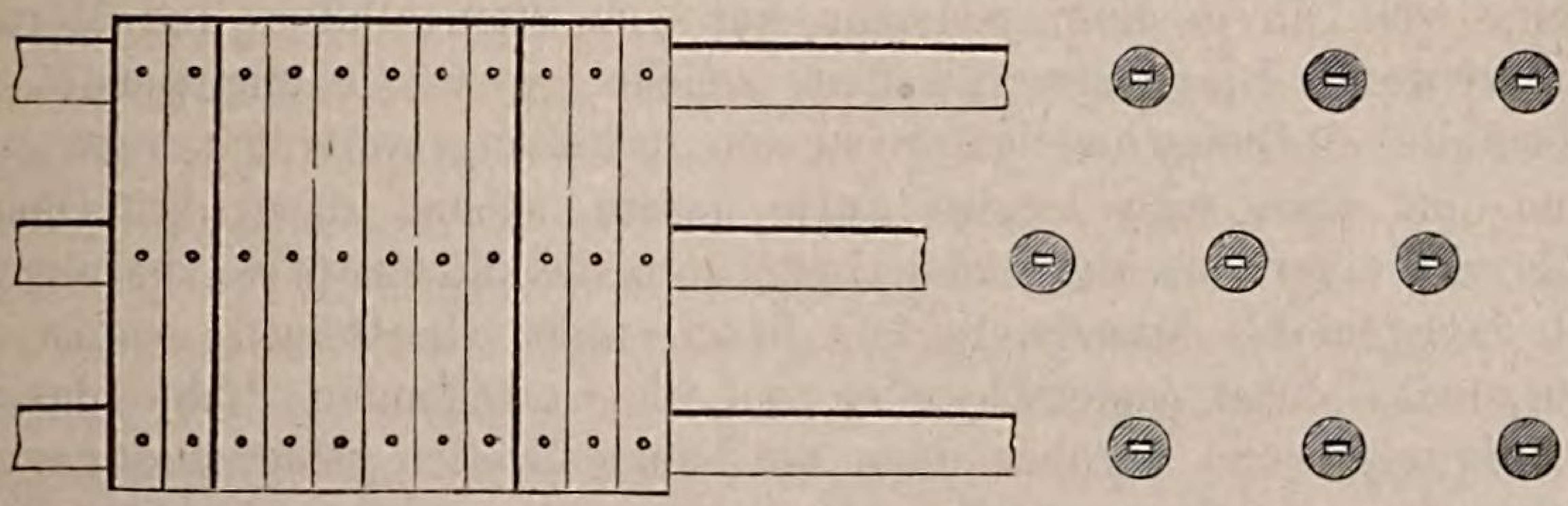
Alle Pfähle eines Fundaments müssen mit einerlei Rammklotz bis zum Stehen eingeschlagen werden, um einer gleichförmigen Festigkeit gewiss zu sein. Die Pfähle stehen, wenn sie bei einer Hitze von 25 Schlägen und bei einer Fallhöhe des Rammklotzes von 1,88 Meter keine 6 Millimeter mehr weichen. Wegen Verschiedenheit des Grundes und der Höhe der Gebäude, deren Fundamente auf einen Pfahlrost gegründet werden sollen, muss man auch Rammklötze von verschiedenem Gewichte anwenden und zwar beträgt das gewöhnliche Gewicht des Rammklotzes für Grundpfähle 300 bis 350 Kilogr. Bei stärkeren und längeren Pfählen wird das Gewicht des Rammklotzes vermehrt und zwar je nach der Beschaffenheit und den Umständen bis zu 950 Kilogr.

Die Pfähle werden, ehe man sie setzt, von der Rinde ganz entblösst, weil diese durchaus nicht zur Erhaltung des Pfahls oder zur Vergrösserung seiner Tragfähigkeit beiträgt, sondern nur eine grössere Reibung verursachen und das schnellere Eindringen verhindern würde. Die Pfähle werden ferner mit einer Spitze versehen, welche die Gestalt einer abgestumpften Pyramide erhält und gibt man dieser eine Länge von höchtens dem doppelten Durchmesser des Pfahls. Am Kopfende werden die Pfähle rechtwinklig auf ihre Längenaxe abgeschnitten, welches letztere notwendig ist, weil sonst der Pfahl beim Einrammen bei einem stärkeren Widerstande im Grunde leicht seitwärts getrieben oder zerschlagen wird, indem der Rammbär beim Niederfallen dann nicht auf die ganze Stirnfläche des Pfahls treffen würde.

Was nun die Anordnung des Pfahlrostes betrifft, so werden die Pfähle, wie schon oben erwähnt, in durchgehenden Reihen eingerammt und zwar gewöhnlich so, dass bei mehr als zwei Reihen die Pfähle der ersten und dritten, und ferner der zweiten und vierten Reihe u. s. w. einander gegenüberstehen. Die Pfähle der zweiten Reihen werden dann so eingerammt, dass sie jedesmal

in die Mittellinie der Zwischenräume der Pfähle der ersten Reihe zu stehen kommen, wie dieses in nachstehender Figur 122 näher angedeutet ist.

Figur 122.



Uebrigens findet man auch mehrfach die Anordnung, dass die Pfähle in allen Reihen einander gegenüberstehen.

Sind die Pfähle sämmtlich bis zur genügenden Tiefe eingerammt, so werden ihre Köpfe sämmtlich nach einer wagerechten Ebene abgeschnitten. Es versteht sich dabei von selbst, dass dieses in einer solchen Tiefe geschehen muss, dass man voraussetzen kann, dass die Pfähle sowol, als auch der darüber zu legende Rost stets einem gleichmässigen Feuchtigkeitsgrade ausgesetzt sind, dieser wenigstens nicht wesentlich verschiedenartig, bald trockner bald feuchter, sich zeigen kann, weil unter solchen Verhältnissen sonst die Rosthölzer sehr leicht verfaulen oder doch weicher werden können und dann unter dem Drucke der darüber aufgeführten Mauerlast sehr leicht weichen und Veranlassung zu Senkungen geben würden.

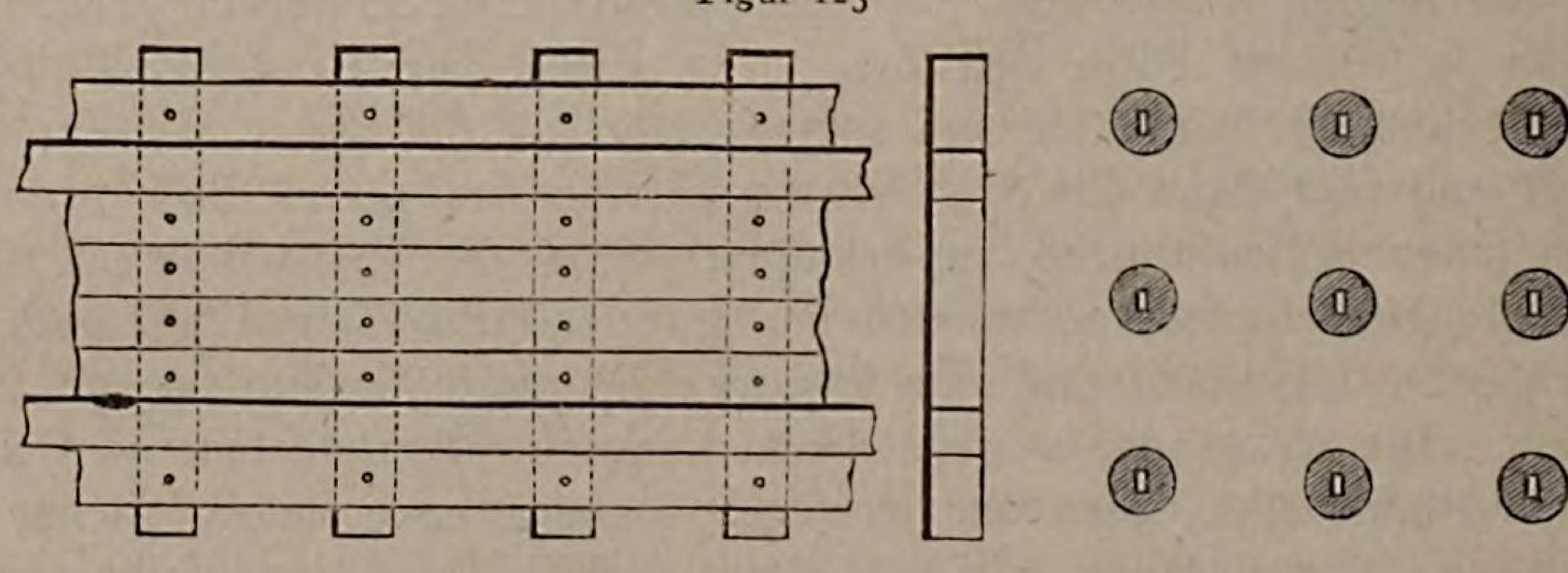
Sind die Pfahlköpfe abgeschnitten, so werden an dieselben geächselte Zapfen angeschnitten und darüber die Langschwellen, welche vorher mit genau passenden Zapfenlöchern versehen sind, gestreckt. Es ist hier noch erforderlich, dass die Zapfen an den Pfahlköpfen einer Reihe sämmtlich nach einer Schnurlinie angearbeitet werden; wo dieses aber nicht möglich ist, als z. B. in dem Falle, wenn ein Pfahl beim Einrammen etwas seitwärts gewichen ist und der Zapfen somit ganz aus der Mittellinie der Pfahlreihe treffen würde, lässt man in diesem Falle den Zapfen an dieser Stelle zweckmässiger ganz weg und schneidet den Pfahl um soviel tiefer als die Länge des Zapfens beträgt, ab und legt dann die Schwelle unmittelbar auf den Pfahlkopf, um dieselbe in ihrer vollen Stärke zu erhalten. Sind die Langschwellen nicht in einer Länge zu erhalten, so werden sie auf der Mitte eines Pfahlkopfs stumpf gegen einander gestossen und durch starke eiserne Schienen fest mit einander verbunden. Die Stösse der verschiedenen Langschwellen dürfen nicht an einer Stelle des Pfahlrostes zusammen treffen, sondern man muss suchen, diese möglichst von einander entfernt zu halten, damit diese jedenfalls schwachen Stellen durch die Steifigkeit der nebenliegenden durchstreckenden Langschwellen besser erhalten werden. Ueber diese Langschwellen werden dann später die Belagbohlen gelegt und darauf festgenagelt. Um aber die Pfahlreihen mit den darüber gestreckten Langschwellen unter sich noch gehörig mit einander zu verbinden, werden zwischen den Belagbohlen ebenfalls rechtwinklig auf die Richtung der Langschwellen, Querschwellen gelegt, die auf jene überschnitten werden. Werden die Mauern darüber aus Bruch- oder Hausteinen ausgeführt, so ist es jedenfalls vorzuziehen, die als Zangen dienenden Querschwellen so tief auszuschneiden, dass ihre Oberfläche mit der der Belagbohlen

bindig zu liegen kommt. Bei Ziegelmauerwerk dagegen hat das Vorstehen dieser Querschwellen keinerlei Nachtheil, wenn man nur darauf Rücksicht nimmt, dass dieser Vorstand der Stärke von einer oder zwei Ziegelsteinschichten entspricht, sodass man nicht nötig hat, darüber halbe Schichten herzustellen, weil diese dann meistens nur aus Steinabfällen und Mörtel hergestellt werden. Die Ankerschwellen, welche, wenn sie angewendet werden, hier ebenfalls als Querschwellen erscheinen, erhalten gewöhnlich einen grösseren Vorstand und muss man hierbei auch darauf sehen, dass ihre Oberflächen ebenfalls mit einer durchlaufenden Lagerfuge des Mauerwerks zusammenfallen. Besteht dagegen das Mauerwerk aus Bruch- oder Hausteinen, so ist es vorzuziehen, dass diese Ankerschwellen auf die zutreffenden Pfähle des Hauptrostes aufgezapft und darüber dann die Langschwellen gelegt und darauf verkämmt werden. In diesem Falle müssen dann die betreffenden Rostpfähle um die Stärke der Ankerschwellen (Ankerbalken) tiefer abgeschnitten werden.

Treffen die Roste von Seiten- oder Quermauern auf den Hauptrost, so werden die Langschwellen der ersteren auf die Langschwellen überschnitten; es ist aber dann jedenfalls vorzuziehen, an dieser Stelle den Bohlenbelag in die Zwischenräume auf die unteren Langschwellen zu legen und die übergestreckten Langschwellen des oberen Rostes zu bemauern, damit namentlich an den Ecken nicht zwei stärkere Langhölzer auf einander gepresst werden, wodurch sehr leicht Veranlassung zu partiellen Senkungen entstehen kann. Um aber dieses auch bei der äussersten Ecke zu ermöglichen, hat man die äussere Langschwelle des oberen Rostes nur bis gegen den Hauptrost zu stossen, wobei aber dann selbstredend auf eine gehörige Unterstützung des Endes dieser Schwelle Rücksicht genommen werden muss, und zwar in der Art, dass man an dieser Stelle einen besonderen Pfahl in gleicher Weise, wie die übrigen Pfähle einrammt.

Eine andere Anordnung der Verschwellung eines Pfahlrostes besteht darin, dass man nur Querschwellen anwendet und darüber dann die Bohlen nach der Länge des Pfahlrostes legt, wie in nachstehender Figur 123 angedeutet ist.

Figur 123



Eine solche Anordnung ist aber keineswegs so zweckmässig und vortheilhaft, als die vorerwähnte, denn die über die Querschwellen nach der Länge des Rostes zu legenden Bohlen haben keineswegs die Steifigkeit, als wenn man Langschwellen aus stärkerem Holze über die Pfähle streckt und auf dieselben dann nach der Quere den Bohlenbelag aufnagelt, indem in diesem letzeren Falle die Unterstützungspunkte der Bohlen viel näher an einander liegen. Es ist aber nicht allein, dass man nur eine ebene Grundfläche erhalten will, auf welcher gemauert werden kann, welches zwar in beiden Fällen

erhalten wird, sondern es dienen die Langschwellen, ausser dass sie die aufgeführte Mauerlast möglichst gleichmässig über die sämmtlichen Pfähle vertheilen, auch sehr wesentlich dazu, eine Verbindung der sämmtlichen Pfähle einer Reihe nach der Länge des Rostes zu erhalten. Eine Querverbindung ist durch Anwendung der Querschwellen alsdann bedeutend leichter zu erhalten als eine Längenverbindung bei der vorerwähnten veränderten Anordnung. Bei dieser letzteren Anordnung werden die Belagbohlen nach der Längenrichtung des Pfahlrostes auf die Querschwellen aufgenagelt; es kann aber hierbei, sobald eine Querreihe der Pfähle nur um ein sehr Geringes sich senkt, sehr leicht ein Durchbiegen des Belags stattfinden, welches aber in diesem Falle gleichzeitig auch ein Seitwärtsbiegen der nächsten Pfahlreihen mit ihren darüber gelegten Querschwellen zur Folge haben würde. Zur grösseren Verstärkung bringt man übrigens bei dieser zuletzt erwähnten Anordnung des Pfahlrostes in ähnlicher Weise, wie die oben erwähnten Querschwellen, Langschwellen an, welche dann auf die sämmtlichen über die einzelnen Pfahlreihen aufgezapften Querschwellen gestreckt und überschnitten werden.

Oben wurde angeführt, dass die Pfähle in den einzelnen Reihen höchstens bis 1,25 Meter von Mitte zu Mitte von einander entfernt, einzurammen seien. Wollte man diese Entfernung grösser annehmen, so würde auch die notwendige Folge sein, dass zu den Langschwellen bedeutend stärkeres Holz verwendet werden müsste. Hierdurch würde man aber doch nicht den daraus entstehenden Nachtheilen ganz vorbeugen können; — bei Anordnung der Langschwellen drücken die Langfasern derselben direkt und unmittelbar auf die Hirnenden der Pfähle; wenn nun auch anfänglich und bis zu einer gewissen Zeitdauer das Holz noch genügenden Widerstand leistet und die Einpressung nicht so bedeutend sein mag, so hört dieses aber mehr oder weniger auf, sobald die Last bedeutender wird und das Holz an Festigkeit und Elastizität verliert, welches jedenfalls eintritt, sobald es einer längeren fortwährenden Feuchtigkeit ausgesetzt ist; die Holzfasern werden spröde und brechen leichter in unmittelbarer Nähe des Hirnholzes der Pfähle. Es kommt aber auch ferner in Betracht, dass die Festigkeit des Holzes nicht überall gleich, also dasselbe durchaus nicht gleichförmig fest ist, sodass also schon, wenn das Holz noch gar nicht durch die Feuchtigkeit gelitten hat, die Einpressungen sich verschieden zeigen werden, woraus aber bei einer grösseren Zwischenweite der Pfähle leicht eine Kantung der Schwellen und in Folge dessen ein Ausweichen derselben entstehen kann. Dieses wird aber in erheblich geringerem Grade stattfinden können, sobald man die Anzahl der Stützpunkte vermehrt, welches dadurch erreicht wird, dass man die Pfähle dichter neben einander einrammt.

Bevor der Bohlenbelag aufgelegt wird, wird die Erde zwischen den Pfahlköpfen um etwa 0,6 Meter tief ausgegraben und werden dann die Zwischenräume mittelst einer Handramme und unter Anwendung von Steinschutt festgestampft und darauf bis zur Oberkante der Schwellen vollständig ausgemauert. Es ist sehr zweckmässig, wenn man diese Ausmauerung ein Geringes höher macht, als die Oberkante der Schwellen anzeigt, damit später die darüber zu legenden Belagbohlen wenigstens für die erste Zeit ein festes Unterlager hierdurch erhalten. Man hat auch diese Zwischenräume mit einer Menge kurzer Pfähle, sogenannter Füllpfähle ausgerammt, welche Anordnung aber zu einer grösseren Festigkeit nicht weiter beiträgt, sondern nur erhebliche Mehrkosten verursachen kann. Ist man gegen Unterspülung vollständig gesichert, welches

übrigens bei der oben erwähnten Ausfüllung der Zwischenräume mit Mauerwerk ebenfalls vorausgesetzt werden muss, so würde eine tüchtig befestigte Sandschicht als Unterlage der Ausmauerung schon vollständig zweckentsprechend sein. Statt der Ausmauerung kann auch sehr zweckmässig eine Betonschüttung angewendet werden, welche noch den grossen Vortheil darbietet, dass sie nach dem Erhärten gleichmässig auf den Untergrund presst und bei einigermaassen genügender Dicke nicht an einzelnen Stellen durchgedrückt wird oder ausweicht, wie dieses beim Ziegelmauerwerk jedenfalls viel leichter stattfinden kann.

Wird ein solcher Pfahlrost unmittelbar am Wasser oder doch in ziemlicher Nähe desselben ausgeführt, so ist, wenn dann auch nicht direkt eine Unterspülung des Grundes zu befürchten ist, es dennoch immer vorzuziehen, ausserhalb des Pfahlrostes eine dichte Spundwand herzustellen. Ist dagegen eine Unterspülung zu befürchten, so muss eine durchaus regelrechte, gehörig verholmte Spundwand hergestellt werden, wo dagegen im ersteren Falle unter Umständen auch eine sogenannte Blockwand aus starken Brettern hergestellt, schon genügen würde. Eine Spundwand besteht gewöhnlich aus 8, 10 bis 13 Zentimeter starken Bohlen, je nachdem eine grössere Stärke derselben erforderlich ist. Die Bohlen werden mit ihren Kanten so nahe neben einander eingerammt, dass sie sich unmittelbar berühren; damit aber die Spundwand möglichst dicht werde, werden die Bohlen an ihren Kanten mit starken Federn und Nuthen oder auch mit einer Spundung versehen, sodass sie in einander greifen und beim Einrammen derselben die Fugen möglichst gedichtet werden. Das Einrammen der Spundpfähle muss früher geschehen als das Einrammen der Grundpfähle, weil, wenn das Letztere zuerst stattfindet, für den Augenblick jedenfalls der Grund zu stark komprimirt wird und es dann um so schwieriger ist, die überall nur schwachen Spundbohlen regelmässig einzurammen.

Unter den Abweichungen, welche gegen die oben beschriebenen Konstruktionsarten des Pfahlrostes vorkommen, muss namentlich die Weglassung der Schwellen, Zangen und des Bohlenbelags, also die Weglassung des eigentlichen Rostes erwähnt werden. Man setzt in diesem Falle, nachdem die eingerammten Pfähle sämmtlich nach einer wagerechten Ebene abgeschnitten und die Zwischenräume zwischen den Pfahlköpfen in oben beschriebener Weise gehörig ausgemauert oder ausgefüllt sind, das Grundmauerwerk unmittelbar auf die so erhaltene wagerechte Fläche. Diese Art der Gründung lässt sich jedoch nur dann einigermaassen rechtfertigen, wenn man die Fundamente oder doch wenigstens die unteren Schichten derselben aus grossen besonders starken und lagerhaften Platten eines festen Gesteins herstellt, die dann auf den in gleicher Höhe wagerecht abgeschnittenen Rostpfählen ihr Auflager erhalten. Hierbei ist aber dann schon Anfangs beim Einrammen der Pfähle darauf Rücksicht zu nehmen, dass bei der späteren Verlegung der Steinplatten diese mit ihren Kanten auf den verschiedenen Pfahlköpfen aufliegen und nicht mit überstehenden Enden freiliegend kommen. Es ist hierbei ferner notwendig, dass man die Ausmauerung der Zwischenräume zwischen den Pfahlköpfen um mehrere Zentimeter über letztere, jedoch überall in völlig wagerechter Ebene vorragen lässt, so dass, wenn die Steinplatten gelegt sind und durch die Last des nach und nach darüber aufgeführten Mauerwerks das Füllmauerwerk weggedrängt wird, die Platten dann auf die Pfahlköpfe treffen und von denselben unterstützt werden. Eine Längen- und Querverbindung der einzelnen Pfahl-

reihen mit einander wird aber durch eine solche Anordnung durchaus nicht erlangt. Eine Verankerung der Pfahlreihen nach Innen würde hier ebenfalls nicht anzuwenden sein, ohne erhebliche sonstige Nachtheile wieder hervorzurufen, welche letztere namentlich darin bestehen würden, dass sich das Füllmauerwerk zwischen den Pfahlköpfen auf die Ankerbalken stützen würde und diese dann eine unverhältnissmässig grosse Belastung erhielten, welche der Verbindung derselben mit den Pfählen, die hier nur durch starke eiserne Bolzen zu beschaffen wäre, im höchsten Grade wieder nachtheilig sein würde.

Eine andere Anordnung des Pfahlrostes besteht darin, dass man eine Anzahl von Grundpfählen in den Boden einrammt, um in demselben eine Spannung und Verdichtung hervorzubringen, ohne hierbei dann irgend Rücksicht darauf zu nehmen, ob die Pfähle mit ihren Spitzen bis in die tiefer liegenden festen Schichten eindringen oder nicht. Der beabsichtigte Zweck ist hier wesentlich nur der, den Boden in seinen oberen Schichten zu spannen und zu dichten, wesshalb dann auch zu diesem Endzweck stets nur kürzere Pfähle angewendet werden. Diese Anordnung bietet aber nur sehr geringe Sicherheit dar; denn, wenn auch das Einrammen einer grösseren Menge von Pfählen anfänglich eine Verdichtung des Bodens hervorbringt und dadurch bis zu einem gewissen Grade eine Spannung in den oberen Schichten des Grundes entsteht, so verliert sich aber diese Spannung mit der Zeit wieder, indem, sobald die Erde wieder mit mehr Feuchtigkeit geschwängert wird, eine Ausgleichung der hervorgebrachten Spannung mit dem übrigen umgebenden Erdreich unbedingt stattfindet. In diesem letzteren Falle leistet aber dann der Pfahlrost einen wenig grösseren Widerstand als der übrige Grund, indem die Pfähle zu wenig tief im Grunde stecken, als dass durch die Reibung der Erde gegen die Pfahlwandungen ein erheblich grosser Unterschied hervorgebracht würde und sind daher dann auch Senkungen des darüber aufgeführten Gebäudes unausbleiblich. Auch dadurch wird keine bleibende und stärkere Spannung des Bodens erhalten, dass man die Pfähle möglichst nahe neben einander einrammt, also, um eine Dichtung der oberen loseren Erdschichten zu erhalten, die Fundamentsohle mit kürzeren Pfählen dicht ausrammt. Es wird hierdurch zwar auch eine Dichtung des Bodens erhalten, die aber nicht bleibend sein kann, zumal wenn der Boden mit Grundwasser geschwängert wird. Es kommt dann noch ferner hinzu, dass, wenn die an den äusseren Seiten befindlichen Pfahlreihen auch einen gewissen Widerstand durch die Reibung der anliegenden Erde erleiden und somit bis zu irgend einem Grade Tragfähigkeit haben, dieselben aber durchaus nicht gegen Ausweichen im Fall der Belastung gesichert sind. Gegen dieses Ausweichen der Pfähle leistet nun die Dichtigkeit des Bodens Widerstand, welcher Widerstand aber immer verhältnissmässig nur gering ist und durchaus nicht als bedeutend genug angenommen werden darf.

Man rammt auch die Zwischenräume zwischen den Pfahlköpfen mit groben Steinschutt aus. Da aber hierbei der eingeschlagene Steinschutt sehr bald Widerstand an den Wandungen der Pfähle findet und sich zwischen denselben einspannt, wodurch dann nicht allein verhindert wird, dass der Schutt tiefer weggerammt werde, sondern auch, dass derselbe sich nach allen Seiten hin gehörig verbreiten kann, so erhält man zwar sehr bald eine scheinbar feste Grundsohle, die aber ebenfalls mit der Zeit nachgibt, sobald die durch das Einrammen der Grundpfähle zur Zeit im Boden hervorgebrachte Spannung mit dem übrigen umgebenden Erdreich sich wieder ausgeglichen hat. Es ist aber

ferner noch zu berücksichtigen, dass auch bei dieser Art der Befestigung des Grundes die eingerammten Pfähle selten oder fast nie so tief eingeschlagen werden, dass sie mit ihren Spitzen bis in die tiefer gelegenen festeren Schichten eindringen, wesshalb es auch bei dieser Art der Fundirung nicht selten vorkommt, dass schon während des Baues, wenn die Last durch Weiterführen des Gebäudes vergrössert wird, sich ungleiche Senkungen einstellen, die dadurch genugsam konstatirt werden, dass sich an einzelnen Stellen des Gebäudes Risse zeigen. Dasselbe findet auch statt, wenn die Grundsohle mit Füllpfählen dicht ausgerammt wird.

Endlich kommt aber noch hinzu, dass wenn die Grundpfähle nicht so tief eingerammt wurden, dass sie fortwährend mit Wasser bedeckt sind, welches jedoch in den wenigsten Fällen geschieht, dieselben sehr bald verfaulen und in Folge dessen dann die zwischen eingerammte Schuttmasse ebenfalls mehr oder weniger gelockert wird und an ihrer Tragfähigkeit verliert. Beim Abbruch alter Gebäude, deren Fundamente in der eben beschriebenen Weise befestigt waren, kann man sich hiervon leicht überzeugen, und findet man die Rammschicht an den Stellen, wo Pfähle eingeschlagen gewesen, meistens vollständig durchlöchert.

Ein anderer sehr wesentlicher Nachtheil, den diese Gründungsmethode mit sich führt, besteht darin, dass beim Einrammen des Steinschutts die einzelnen eingerammten Grundpfähle sehr leicht seitwärts gedrängt werden, und somit aus ihrer lothrechten Stellung kommen, wo dann der fernere Widerstand gegen tieferes Eindringen derselben durch die spätere Belastung noch bedeutend geringer wird. Es ist daher diese Art, den Baugrund zu befestigen, durchaus zu verwerfen, indem sobald die eingerammten Pfähle nur in den loseren Erdschichten des Grundes stecken bleiben, weder durch das Eine noch durch das Andere der Grund hinreichend befestigt wird. Aber selbst auch, wenn die Pfähle mit ihren Spitzen eine festere Schicht erreichen, so sind sie doch nicht gegen seitliches Ausweichen gesichert.

Aber trotz dieser sehr wesentlichen Nachtheile findet man nicht selten diese Art den Grund zu befestigen, angewendet, und zwar meistens dann aus der Ursache, weil man in dieser Weise den Grund scheinbar am schnellsten befestigt erhält.

§ 41. Die Fundirung auf Beton.

Besteht der Boden, auf welchem ein Gebäude errichtet werden soll, aus weicheren und leicht pressbaren Erdarten und befindet sich der festere Grund in nicht bedeutender Tiefe, ist aber dabei der Zudrang des Grundwassers sehr stark, sodass man beim Ausgraben der Baugrube dieselbe nicht trocken legen kann und daher mit den Fundamenten auch nicht unmittelbar die festere Erdschicht zu erreichen ist, so bedient man sich mit grossem Vortheil der Fundirung auf Beton, welche unter den gewöhnlichen Umständen nicht leicht einen Bruch des Fundaments zulässt, vorausgesetzt dass die Betonschicht eine genügende Stärke erhält; gleichzeitig bietet sie aber auch den grossen Vortheil, dass sie das Wasserschöpfen ganz entbehrlich macht. Dieses Letztere ist aber, abgesehen von der Ersparung an Arbeitskosten, die durch das Unterlassen der Trockenlegung der Baugrube erzielt wird, namentlich in dem Falle von sehr bedeutenden Nutzen, wenn der in der Tiefe befindliche festere Grund aus einer Sand- oder Kiesschicht besteht, welche durch das Ausschöpfen und in Folge dessen immerwährend erneute Zuströmen des Grundwassers nur auf-

gelockert werden und die natürliche Festigkeit und Tragfähigkeit alsdann verlieren würde.

Der Beton besteht, wie in § 18 schon näher angeführt wurde, aus einem Gemenge von hydraulischen Mörtel und kleineren Steinen, welches Gemenge bei richtiger Bearbeitung die Eigenschaft besitzt, dichte und gleichförmige Massen zu bilden, die in kurzer Zeit eine grosse Festigkeit erhalten und den Widerstand von Steinen mittlerer Härte annehmen, sodass eine solche Schicht aus Beton als eine aus einem einzigen Stücke bestehende Steinplatte betrachtet werden kann. Die Eigenschaft des schnelleren Erhärtens auch unter Wasser macht den Beton besonders anwendbar, namentlich in allen den Fällen, wo man vielleicht einen Schwellenrost würde angewendet haben. Die Betonfundirung hat aber zwei sehr wesentliche Vortheile vor dem Schwellenrost voraus; — erstlich vergeht der Beton nicht, selbst wenn er über dem Grundwasser angelegt ist, sondern er wird fortwährend härter, sobald er nur der unmittelbaren Einwirkung der Luft entzogen bleibt, wo dagegen ein Schwellenrost, wenn derselbe nicht fortwährend unter Wasser sich befindet oder doch einer anhaltenden möglichst gleichmässigen Nässe ausgesetzt ist, sehr leicht verfault. Ferner aber besitzt der Beton, sobald er nur in einer hinreichend starken Lage (Schicht) hergestellt ist, nach dem Erhärten eine sehr grosse Tragfähigkeit und ist durchaus nicht biegsam, lässt aber wol, jedoch nur erst unter dem Druck einer sehr bedeutenden Belastung ein Brechen zu, wesshalb ein ungleiches Setzen einzelner Gebäudetheile auch nicht so leicht möglich ist, wenn die Betonschicht eine genügende Stärke erhalten hat und mit gehöriger Sorgfalt ausgeführt ist.

Man hat daher auch in neuerer Zeit den Beton bei Herstellung von Fundamenten vielfach angewendet; selbst auch in den Fällen hat man Anwendung von demselben gemacht, wenn man im Grunde festere Schichten zwar erreicht hatte, worauf die Fundamente unmittelbar angelegt werden konnten, deren Mächtigkeit aber nicht hinreichend erschien, um dem Druck der Gebäudelast überall gleichmässig und mit Sicherheit widerstehen zu können, und hat sich dann auch hierbei die Tauglichkeit des Beton zu Grundarbeiten, selbst unter den schwierigsten Umständen immer mehr und mehr herausgestellt.

Was die Zusammensetzung und Zubereitung des Beton betrifft, so ist darüber in § 18 schon das Nötige angeführt und es soll daher im folgenden nur von der Verwendung desselben zu Fundamenten hauptsächlich die Rede sein.

Nachdem der Beton hergestellt ist, kommt es darauf an, ihn auf die Sohle der Baugrube zu versenken, nachdem diese bis zur gehörigen Tiefe ausgegraben und abgeebnet ist. Dieses geschieht in folgender Art. — Liegt die feste Sohle der Baugrube unter dem Grundwasser und ist der obere Boden sehr weich und ungleich, sodass also auch beim tieferen Ausgraben ein immerwährendes Ausweichen und Ausdrängen der unter Wasser befindlichen Erdschichten in die Baugrube hinein stattfinden wird, so muss man, um dieses ferner zu verhindern, zunächst die Wände der Baugrube mit einer dichten Spund- oder Blockwand versehen und darauf bis zur erforderlichen Tiefe den Grund ausgraben oder ausbaggern, je nachdem der Wasserstand in der Baugrube selbst beim Tiefergraben solches zulässt oder erforderlich macht, und sodann, wenn die feste Schicht erreicht oder doch die beabsichtigte Tiefe der Baugrube hergestellt und die Sohle derselben abgeebnet ist, wird die

Betonfüllung hineingebracht. So lange man nur mit Grundwasser zu schaffen hat und die Baugrube von Erdwänden ringsum begrenzt wird, genügt es, die Spundwände aus starken Brettern herzustellen, die mittelst einer Handramme eingerammt werden und hat man hierbei nur darauf Rücksicht zu nehmen, dass durch eine genügende Absteifung der einander gegenüberliegenden Spundwände ein Ausdrängen oder gar ein Abbrechen derselben verhindert werde. Ist dagegen die Baustelle der Strömung des Wassers ausgesetzt, oder überhaupt die Tiefe bis zu welcher die Sohle der Baugrube gesenkt werden muss, erheblich bedeutender als dieses gewöhnlich bei Landbauten der Fall ist, so genügt eine solche Bretterspundwand (Blockwand) nicht mehr, sondern es muss dann die Spundwand mit grösserer Sorgfalt und überhaupt auch aus stärkerem Holze hergestellt werden, damit einmal dieselbe durch die Betonfüllung, so lange dieselbe noch nicht genügend konsistent geworden, oder entgegengesetzt durch die Erde nicht ausgedrängt werde, oder ferner durch die Strömung des Wassers der Mörtel nicht ausgewaschen und dadurch ein späteres Erhärten und Binden des Beton unmöglich gemacht werde.

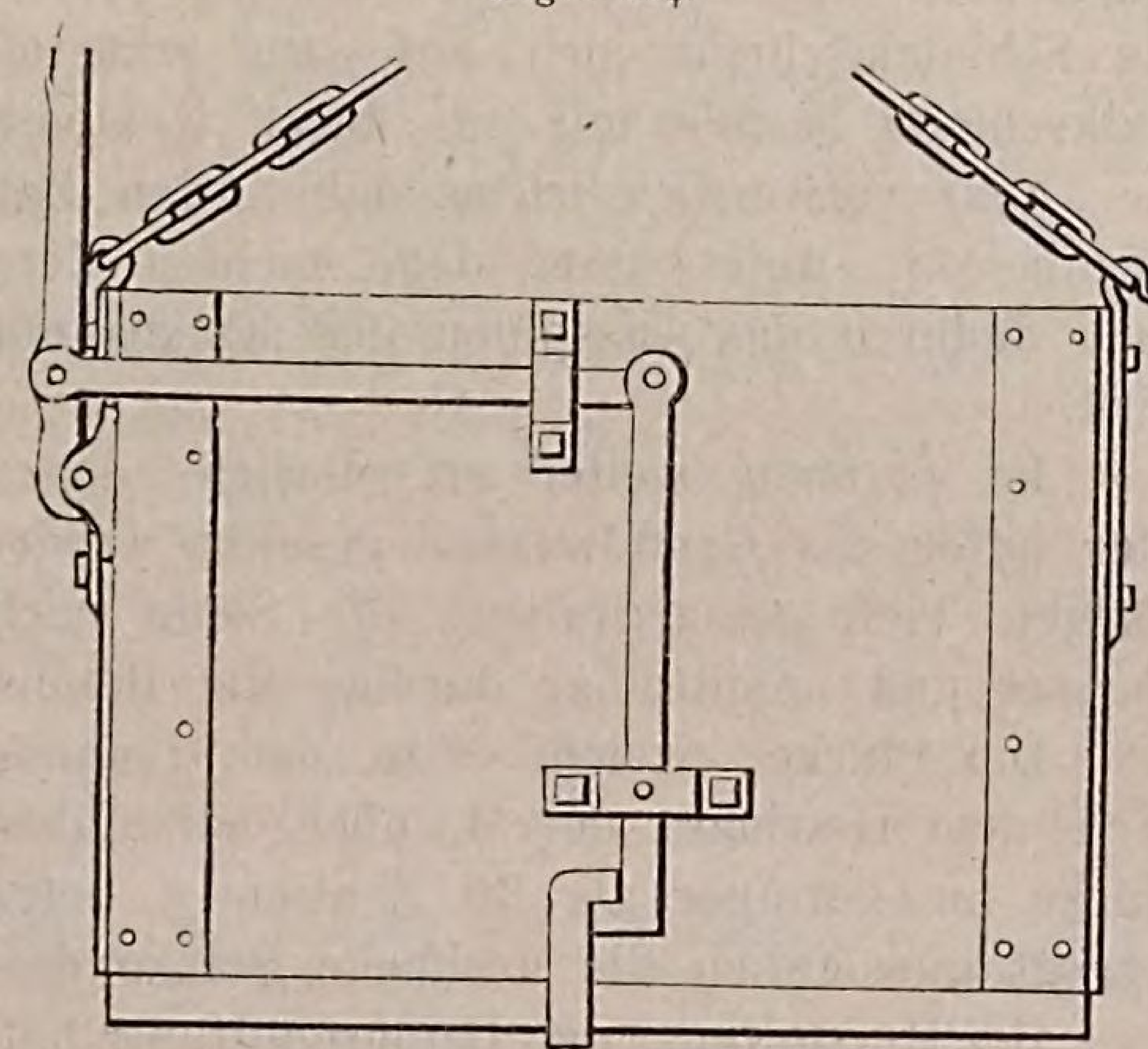
Das Einbringen des Beton in die Baugrube, sobald dieselbe mit Wasser angefüllt ist, muss stets mit grosser Vorsicht geschehen und eine starke Bewegung des Wassers möglichst verhütet werden, weil sonst der Mörtel, wenn auch nur theilweise ausgespült werden kann, welches aber für die Erhärtung des Beton nur sehr nachtheilig werden und unter Umständen sogar dieselbe ganz verhindern könnte. Um diesen Nachtheilen vorzubeugen, hat man verschiedene Vorkehrungen in Anwendung gebracht, wovon hier einige näher angeführt werden sollen.

Zunächst hat man sich trichterförmiger Kasten bedient, die am unteren und oberen Ende offen sind. Die Wandungen dieser Kasten müssen im Innern sehr glatt gehobelt sein und ebenso müssen auch die scharfen Ecken, in welchen der Mörtel sich leichter ansetzen kann, stark ausgefüttert werden, so dass der innere Querschnitt des Trichters ein Viereck mit stark abgestumpften Ecken bildet. Die Kasten werden auf einer festen Rüstung aufgestellt und reichen bis zur Oberfläche der zu bildenden Betonschicht herab, deren Stärke aber, um eine zu starke Bewegung des Wassers zu verhindern, höchstens 15 Zentimeter betragen darf. Hierauf schüttet man den Beton in den Trichter hinein, welcher dann durchfällt und unter dem Trichter eine abgekürzte Pyramide bilden wird, deren obere Grundfläche mit der unteren Trichteröffnung übereinstimmt und deren Seitenflächen derjenigen Böschung entsprechen, welche der Beton im Wasser einnimmt. Hat sich dieser Betonkörper unterhalb des Trichters gebildet, so hört das fernere Ausfliessen des Beton aus dem Trichter mehr oder weniger auf und findet erst dann wieder hinreichend statt, sobald der Trichter verschoben wird. Zu diesem Behufe ist auf der Rüstung eine Bahn hergestellt, in welcher der Trichter hängt und worauf derselbe langsam fortgeschoben werden kann, sodass die Baugrube streifenweise mit Beton ausgefüllt wird. Ist die erste Lage fertig, so bringt man darüber die zweite Lage, indem man den Trichter soviel als erforderlich ist, höher stellt. Bei Herstellung dieser zweiten Lage ist es aber zweckmässig, um eine vollständigere Ausfüllung der unteren Lage zu erhalten, dass die Betonstreifen dieser zweiten Lage diejenigen der unteren kreuzen.

Diese trichterförmigen Kasten lassen sich aber nur dann vortheilhaft anwenden, wenn die Tiefe unter Wasser, bis zu welcher Beton gesenkt werden soll, nicht bedeutend ist, weil sonst bei dem Hineinschütten des Beton in den

Kasten schon ein sehr bedeutendes Ausspülen des Mörtels stattfinden würde. Um übrigens diesen Nachtheil bei Anwendung dieser Kasten möglichst zu heben, ist es sehr zweckmässig, die untere Oeffnung derselben mit einer beweglichen Klappe zu versehen, die beliebig geöffnet und geschlossen werden kann, welches letztere immer beim Anfang des Einschüttens sehr vortheilhaft ist, weil dann die Bewegung des Wassers jedenfalls dadurch verringert werden kann, indem man erst die Klappe öffnet, wenn der Kasten ganz gefüllt ist, und dieselbe nunmehr geöffnet lässt, jedoch Sorge dafür trägt, dass genügend Material zum Nachfüllen in den Kasten zur Stelle ist.

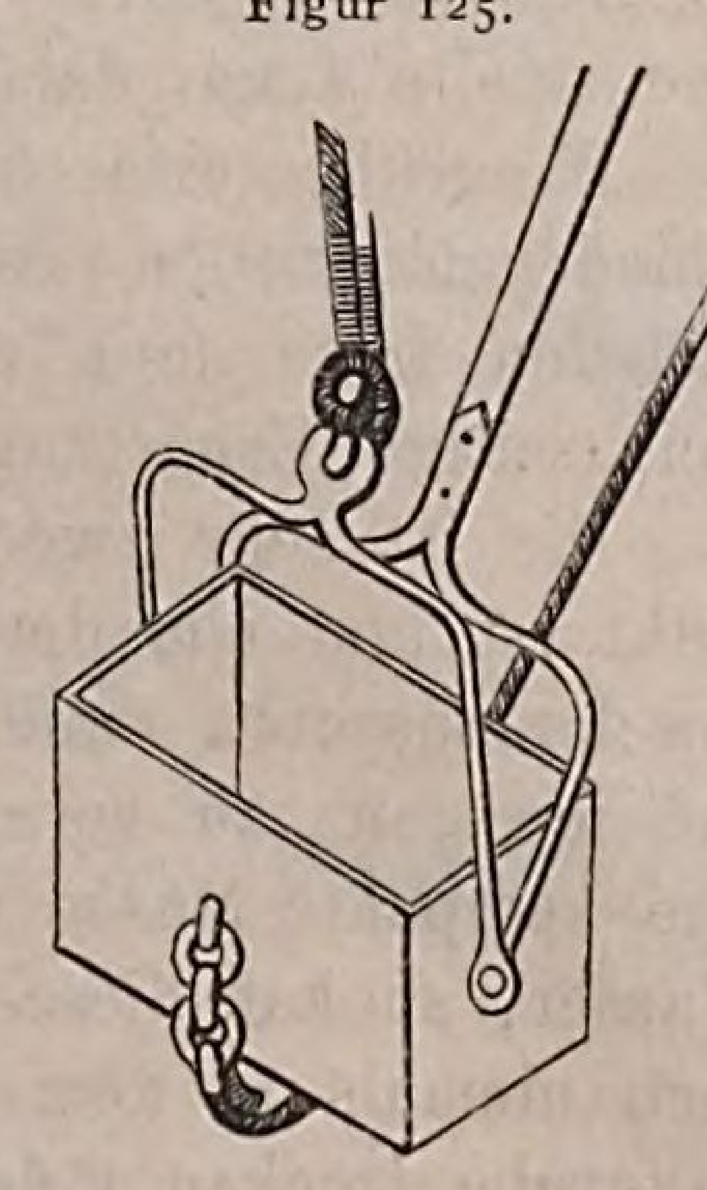
Figur 124.



Zum Senken des Beton in grössere Tiefen hat man sich Kästen bedient, die in Winden hängen und unterhalb mit beweglichem Boden versehen sind. In nebenstehender Figur 124 ist ein solcher Kasten dargestellt.

Der Kasten wird, nachdem er mit Beton angefüllt ist, vermittelst einer Windevorrichtung herunter gelassen und sobald er sich in der gehörigen Tiefe unter Wasser befindet, wird mittelst einer Stange der am Kasten befindliche Hebelarm abgeschoben, wodurch dann der Boden des Kastens sich öffnet und die Betonmasse ausfliesst. Diese Kasten werden gewöhnlich in der Grösse hergestellt, dass sie zur Zeit 0,61 bis 0,77 Kubikmeter fassen können.

Figur 125.



In nebenstehender Figur 125 ist eine Vorrichtung zum Senken des Beton dargestellt, welche sich dann zweckmässig erweiset, im Fall die Baugrube nur eng ist.

Es besteht dieselbe aus einem Kasten von starkem Eisenblech, welcher in einem beweglichen eisernen Bügel hängt. An diesem Bügel befindet sich ein Tau, welches über eine Rolle läuft und mit einer Windevorrichtung in Verbindung steht, mittelst welcher derselbe oder auch aus freier Hand herabgelassen werden kann. An den Axen des Kastens befindet sich noch ein zweiter Bügel, an welchem eine Leitstange befestigt ist. Beide Bügel sind auf den Axen des Kastens beweglich, so dass derselbe sich vollständig um seine Axen drehen kann. An der vorderen Seite des Kastens ist ein Ring oder eine starke Oese befestigt, worin eine dünne Leine gebunden ist. Das lose Ende dieser Leine geht unter den Kasten durch und hat derjenige Arbeiter gefasst, welcher die Leitstange führt. Sobald nun der Kasten bis zur gehörigen Tiefe herabgelassen und an die richtige Stelle gebracht ist, wo der Inhalt ausgeschüttet werden soll, wird die erwähnte Leine stark angezogen, wodurch der Kasten vollständig umgekehrt wird und der Inhalt dann herausfällt.

Beträgt dagegen die Tiefe des Grundwassers in der Baugrube nicht mehr

als höchstens 60 bis 90 Zentimeter, so bedarf es dieser Einrichtung gar nicht und man kann sich alsdann sogenannter Baggerschaufeln bedienen, die oben geschlossen sind, um die Betonfüllung in die Baugrube hineinzubringen.

In allen diesen Fällen muss die Arbeit aber stets mit grosser Vorsicht ausgeführt und eine starke Bewegung des Wassers möglichst verhütet werden, weil sonst, wie auch schon oben erwähnt wurde, hierdurch der dem Beton zugemischte Kalk zu bedeutend ausgespült werden und der Beton dann seine Bindekraft theilweise verlieren würde. Ein geringes Ausspülen des Kalks findet aber auch selbst bei der grössten Vorsicht statt. Der dadurch sich bildende Kalkschleim auf der Oberfläche der Betonschicht muss jedoch während der Arbeit auf's Sorgfältigste entfernt werden, indem er niemals erhärtet und als Schlammschicht sich auf dem erhärteten Beton ablagern wird. Dieser Kalkschleim besteht nur aus durch Kohlensäure gesättigten Kalk.

Sehr verwerflich ist es daher, den Beton durch Röhren in die Baugrube einzulassen, weil ausser dem leichten Zersetzen oder Verstopfen der Röhre auch dadurch das Ausspülen des Kalkes nur in einem hohen Grade befördert wird.

Ist es nicht weiter erforderlich, dass die Sohle der Baugrube bis auf oder unter das Grundwasser gesenkt werde, so wird die Erde bis zur gehörigen Tiefe ausgegraben, die Sohle nach allen Seiten hin wagerecht abgeebnet und unmittelbar darüber die Betonschicht ausgebreitet.

Die Stärke, welche man dem Betonbette gibt, richtet sich gewöhnlich nach dem Gewichte der darüber aufzuführenden Gebäudelast, doch darf die Stärke nie geringer als 30 Zentimeter betragen. Die Breite des Betonbettes beträgt gewöhnlich die dreifache Stärke der aufzuführenden Grundmauer.

Bei Herstellung der Betonschüttung hat man ferner namentlich darauf zu achten, dass die aufgetragenen Lagen nicht zu dünne und zwar nicht unter 15 Zentimeter stark werden, und ferner dieselben nicht zu sehr erhärten, ehe eine zweite Lage darüber aufgebracht wird. Es ist daher, namentlich, wenn die Baugrube eine grössere Ausdehnung hat, sehr zweckmässig, auf verschiedenen Stellen zugleich mit der Fundirung zu beginnen und mit der nächsten Lage dann möglichst bald wieder nachzufolgen, damit eine beinahe gleichzeitige Erhärtung der auf einander gebrachten Schichten erfolge.

Es ist sehr zweckmässig und sogar notwendig, nachdem der Beton versenkt ist und ehe derselbe vollständig erhärtet, dass man ihn einem starken Drucke aussetzt, damit hierdurch die beim Versenken des Beton entstandenen und nie ganz zu vermeidenden Höhlungen wieder beseitigt werden und somit eine kompakte Masse erhalten wird. Befindet sich die Betonmasse ganz unter Wasser, so hat dieses aber immer sehr erhebliche Schwierigkeiten und kann auch niemals in dem Maasse erhalten werden, als es der Fall ist, wenn die Baugrube trocken gelegt werden kann. Um aber dennoch in solchem Falle, der jedenfalls viel häufiger vorkommt als der, wo die Baugrube trocken liegt, indem die Betonfundirung hauptsächlich angewendet wird, um die Kosten des Wasserschöpfens zu ersparen, die Betonmasse möglichst dicht zu erhalten, bedient man sich eines glatten Steines, der an einer Stange befestigt ist, mittelst welcher derselbe unter Vermeidung aller heftigen Bewegungen stark angedrückt und die Betonmasse möglichst gedichtet und geebnet wird. An der Stange ist oben eine dünne Leine befestigt, deren anderes Ende über eine Scheibe geht, und welche Leine etwas angezogen wird, um dadurch den Stein etwas zu heben und ihn alsdann fortschieben zu können.

Zur Beseitigung des Kalkschleims, der sich auf den Boden der Baugrube während der Betonversenkung von dem Beton ablagert, bedient man sich sehr zweckmässig eines Instruments, welches aus einem starken eisernen Bügel besteht, der an einer Stange befestigt ist und dessen Schenkel am unteren Ende durch eine gerade eiserne Schneide verbunden sind. An diesem Bügel und an der Rückseite der Schneide wird ein starker leinener Beutel befestigt. An dem Bügel wird ausserdem eine dünne Leine befestigt, welche von einem Arbeiter seitwärts angezogen wird, während ein zweiter Arbeiter mittelst der Stange den nötigen Druck nach unten hervorbringt, wodurch dann der Kalkschleim zum grossen Theil in dem Beutel aufgefangen wird und hierauf mit Vorsicht beseitigt werden muss.

Eine sehr ausgedehnte Anwendung der Fundirung auf Beton fand bei dem Bau der neuen Lagerhäuser in Leipzig statt, welche hier näher beschrieben werden soll. Es heisst darüber in der Zeitschrift für praktische Baukunst, Jahrgang 1853, wie folgt:

Der Baugrund zeigte bis auf 1,88 Meter Tiefe aufgefüllten lockeren Boden; dann folgte eine ältere Auffüllung 2,51 Meter tief und nächst dieser eine 62 Zentimeter hohe Lage Lehm und Letten, zum Theil mit Wurzeln durchwachsen und locker. Unter dieser letzteren Schicht folgte ein sehr quellenreicher feiner Sand, der weiter in der Tiefe mit Grand und Kieseln gemengt war und je tiefer, je fester wurde. Diese Sandschicht war bei einer Tiefe von 3,76 Meter noch nicht durchbohrt und nach allen Anzeichen und Erfahrungen noch in bedeutender Tiefe vorhanden. Der mittlere Wasserstand des nahen Partheflusses wurde etwa 3,45 Meter und der höchste 2,45 Meter unter der Oberfläche des Planums beobachtet und im gleichen Niveaustand auch das Wasser in der Baugrube.

Die künstliche Befestigung des Baugrundes geschah nach Auspumpen des Wassers aus der Baugrube durch eine Betonschicht, welche auf die erwähnte Sandschicht in einer Dicke von 1,88 Meter und in der ganzen Ausdehnung des Gebäudes aufgebracht wurde. Die ungewöhnliche Dicke schien um so mehr nötig zu sein, da die sehr hohen Gebäude auf sehr schlechtem Baugrund aufgeführt wurden und demnächst nicht nur eine ungeheuere eigene Last, sondern auch noch eine eben solche zufällige Belastung dulden müssen. Ueber die Beschaffenheit des Baugrundes mag noch der Umstand sprechen, dass bei der Einbringung des Beton die aus dem Sande empor dringenden Quellen mit einer 94 Zentimeter dicken Betonschicht nicht bewältigt werden konnten. Ueberdem war es auch notwendig, die Grundschicht hinreichend stark zu machen, damit die Keller gegen das Grundwasser geschützt wurden.

Die Mischung des Betonmörtels bestand hier aus

0,37	Kubikmeter	gelöschtem Kalk,
0,49	„	gemahlenen Trass aus Brühl am Rhein,
0,86	„	Flusssand.

Nachdem diese Bestandtheile gehörig durcheinander gemengt waren, wurden dann sofort zugesetzt

0,37	Kubikmeter	Ziegelbruch,
0,74	„	Kies und
1,48	„	Bruchsteinstücken.

Der Beton wurde in fünf Schichten aufgebracht, deren obere immer schwächer wurden, so dass die oberste etwa 62 Zentimeter vor der unteren Breite der späteren Grundmauer ausladete. Jede Schicht für sich wurde mit Handrammen festgestampft und nach Vollendung aller Schichten sofort unter Wasser gesetzt. Der so angefertigte Beton erlangte im Verlauf des Baues eine ausserordentliche Festigkeit.

Auf die beschriebene Betonschicht wurden die äusseren Grundmauern 78 Zentimeter hoch von Grossdorfer Bruchsteinen mit Trassmörtel aufgeführt. Von hier aus wurden alle Mauern mit Ziegeln und zwar an den Umfassungen bis auf 8 Schichten Höhe über den Widerlagern der Kellergewölbe mit Roman-Zement gemauert, das übrige Mauerwerk jedoch nur mit Kalkmörtel.

Die inneren Pfeiler, auf welchen der ganze innere Ausbau und die Last der aufgespeicherten Güter ruht, sind mit Gegenbogen (umgekehrten Bogen) verbunden, um diese grosse Belastung auf möglichst viele Punkte regelmässig und unter gegenseitiger Spannung zu vertheilen. Die Pfeiler selbst, wie die Widerlager der Gurtbogen sind von Sandstein.

§ 42. Die Fundirung auf einer Sandschüttung.

Die Eigenschaft des Sandes, dass seine einzelnen Körnchen gegenseitig eine sehr starke Reibung äussern und sich dadurch in ihrer Lage halten, gleichzeitig aber auch wieder einen verschiedenartigen Druck unter sich ausgleichen, hat den Sand so vortheilhaft bei Fundirungen erscheinen lassen, dass man ihn in neuerer Zeit mannichfach als unterste Lage des Fundaments einer Mauer anstatt eines Schwellenrostes angewendet hat. Die nach vielseitigen Anwendungen gemachten Erfahrungen haben es auch bestätigt, dass der Zweck eines liegenden Rostes dadurch vollständig erreicht werde. Man darf hierbei jedoch, ebenso wie beim liegenden Rost keineswegs voraussetzen, dass durch eine solche Fundirung in allen Fällen und für immer einer Senkung vorgebeugt werde, sondern man erhält durch diese Sandschüttung eine feste Sohle der Baugrube insofern, dass man darauf die Fundamentmauern eines Gebäudes aufführen kann, ohne der Gefahr ausgesetzt zu sein, dass einzelne Theile derselben erheblich ungleichmässig versinken. Denn, wenn auch der Grund an einzelnen Stellen sehr weich und die Belastung im Verhältniss dazu sehr gross sein sollte, so wird bei einer hinreichenden Mächtigkeit der Sandschüttung der Druck nach Verhältniss der Tragfähigkeit des Bodens sich dennoch sehr gleichmässig vertheilen und dadurch ein theilweises Einsinken innerhalb gewisser Grenzen jedenfalls vermieden werden, indem, wenn auch der Grund unter dem Sande ungleich weicht und demnach die Sandlage auf ihrer Oberfläche in Folge dessen durch die auf ihr ruhende Gebäudelast ebenfalls ungleich gedrückt wird, der Sand diesen nachtheiligen Umstand dadurch mehr oder weniger hebt, dass er durch seine Beweglichkeit dazu beiträgt, dass allgemeine Gleichgewicht unter der Grundmauer wieder herzustellen.

Es ergeben sich aber ausserdem dabei noch andere sehr wichtige Vortheile; — einmal ist eine solche Sandschüttung unter allen Umständen bedeutend wolfeiler und leichter herzustellen, als ein liegender Rost, und ferner braucht die Fundirung auch nicht so tief gelegt zu werden, dass dieselbe stets unter dem niedrigsten Grundwasser bleibt, indem die Sandschüttung, wenn sie sonst gehörig befestigt ist, durch abwechselnde Nässe und Trockenheit in ihrer Dichtigkeit nicht gestört wird und überall nicht leidet, welches letztere dagegen bei einem liegenden Roste im hohen Grade der Fall ist.

Im Fall der Anwendung einer Sandschüttung als Fundirung hat man aber darauf zu sehen, dass dieselben nicht der unmittelbaren Berührung des strömenden oder überhaupt auch offenen (stehenden) Wassers ausgesetzt werden, auch selbst nicht in dem Falle, wenn eine dichte Spundwand hergestellt würde, hinter welcher die Sandschüttung angewendet werden sollte; — es würde eine solche Fundirung immer sehr gefährlich sein, indem einmal eine solche Spundwand nie so dicht hergestellt werden kann, dass nicht beim plötzlichen Eindringen und rasch darauf folgenden Entweichen des Wassers die feineren Sandtheilchen durch vorhandene noch so feine Ritzen oder Spalten ihren Weg finden sollten, wodurch aber Höhlungen in der Sandschüttung entstehen würden,

die sich bei der Gegenwart des Wassers trotz der gegenseitigen starken Reibung der Sandkörner nicht erhalten, sondern zusammen sinken würden. Ferner würde aber auch eine solche Spundwand schwerlich den Seitendruck der Sandschüttung auszuhalten vermögen, welche durch das Gewicht einer darüber aufgeführten Mauer noch erheblich vergrössert werden würde; endlich würde auch die Spundwand, sobald sie nicht immer unter Wasser befindlich wäre, sehr bald verfaulen, und in solchem Zustande unter den vorliegenden Verhältnissen wenig Widerstand mehr leisten können. Müssen daher erst andere künstliche Mittel angewendet werden, um die Sandschüttung in ihrer Ablagerung vollständig erhalten zu können, so ist es jedenfalls zweckmässiger und vortheilhafter, eine andere Fundirungsart zu wählen, die ebenfalls unter Wasser ausführbar ist und auf welche die beregten Nachtheile keinen weiteren Einfluss haben und welche sonach viel sicherere Resultate verspricht.

Die ersten Hauptversuche mit der Fundamentirung von Gebäuden auf Sandschüttung wurden in Frankreich gemacht und zwar wendete man diese Fundirungsart zunächst bei Militärbauwerken an. Bevor man sich aber für diese Art der Fundirung bestimmt entschied, stellte man erst direkte Versuche darüber an.

Bei der Vorhalle einer Wache zu Bayonne liess man den Boden, welcher bis zu einer grossen Tiefe aus aufgeschwemmten Schlamm bestand, 99 Zentimeter tiefer ausgraben, als die Mauerfundamente hinunter reichen sollten. Diese Gruben wurden dann wieder mit Sand ausgefüllt und dieser mit Handrammen festgestampft. Hierüber legte man die Fundamente mit ihren Banketten an und darüber dann den Sockel. Ehe nun aber ein Pfeiler höher aufgeführt wurde, belastete man den Sockel mit 400 Zentner Blei und nachdem man die Ueberzeugung gewonnen hatte, dass durch diese Belastung keine weitere Einsenkung erfolgt war, führte man das übrige Mauerwerk darüber auf.

Auf ganz verschiedene Weise verfuhr man mit der Sandfundamentirung bei dem Artillerie-Zeughause daselbst.

Der Boden war hier durchweg bis auf eine grosse Tiefe schlammig und bei abgetragenen Gebäuden fand man die Pfähle in den Rosten so zerstört, dass sie mit Leichtigkeit mittelst einer stumpfen Axt zerschlagen werden konnten. Um hier nun die Konstruktionsform des Rostes beizubehalten und somit den Boden auch in grösserer Tiefe zu befestigen, ersetzte man die Pfähle durch Sandpfeiler, indem man erst Pfähle bis zu einer gewissen Tiefe einrammte und diese nachdem wieder herauszog und die dadurch entstandenen Löcher mit Sand wieder ausfüllte. Dieser Ausführung gingen aber auch längere Zeit hindurch angestellte Versuche voran.

Die Pfähle, welche hier zum Einrammen benutzt wurden, waren etwa 2,04 Meter lang und 15 bis 19 Zentimeter Durchmesser stark. Nachdem sie eingeschlagen waren, wurden sie wieder herausgezogen und dann die Löcher mit ganz klein zerschlagenen gelben Steinen ausgefüllt. Zu grösserer Vorsicht hatte man unter den Pfeilern des Gebäudes vermittelst eines Aufsetzers kleine Pfähle von 1,02 Meter Länge so tief eingeschlagen, dass ihre Köpfe nur bis zu dem Boden der Löcher reichten, welche mit dem Steinmehl ausgefüllt wurden. Unter den Verbindungsmauern wurden aber die erwähnten kleinen Pfähle nicht weiter angewendet.

Ein hierbei entstehender Nachtheil ist, wenn die Sandpfeiler seitwärts ausweichen; denn wenn dadurch auch die sie umgebende Erde noch mehr zusammengedrückt wird, so geschieht dieses aber keineswegs ohne Senkung

der darauf ruhenden Last, weil, da ihr Inhalt durch Nachsinken von Sand von oben her nicht wieder ersetzt wird und überhaupt sich nicht ersetzt, ferner die diese Sandpfeiler einschliessende Erde nicht überall gleich zusammen gedrückt wird, sondern nur wesentlich derjenige Theil, nach welcher Seite hin die Ausweichung besonders stattfindet. Diesem Nachtheil lässt sich aber jedenfalls dadurch vorbeugen, dass man die Sandpfeiler in ihrer ganzen Ausdehnung noch mit einer starken Sandschicht bedeckt.

Diesen Versuchen mit der Fundamentirung von Gebäuden auf Sand, die zu Bayonne gemacht waren, folgten noch weitere Versuche und zwar auf noch weicherem Boden, welche Versuche in *Crelle's* Journal der Baukunst, Band 15, näher beschrieben sind und worauf näher verwiesen wird. Es sollen hier aber die aus diesen Versuchen erhaltenen Schlussfolgerungen näher angeführt werden, weil sie bei dieser Art der Fundirung jedenfalls von sehr grosser Wichtigkeit sind. Es heisst daselbst:

Wenn man übersichtlich die Eigenschaften des Sandes erwägt, so lässt sich folgendes schliessen:

1) der Seitenschub, wie man ihn auch betrachten möge, kann niemals den vertikalen Druck des Sandes vermindern. Der vertikale Druck ist immer dem Gewichte des Sandes zusammen mit der Belastung gleich, und der Sand kann nur dazu dienen, diesen Druck gleichförmig zu vertheilen.
2) Da die Wirkung des Ausweichens nach der Seite nur die Senkungen der auf den Sand gesetzten Gebäude vermehren und verursachen kann, dass sich die Mauern nach der Seite neigen, besonders wenn die senkrechten Wände oben nach der Seite gedrückt werden, so muss man dieses Ausweichen dadurch zu verhindern suchen, dass man der Sandmasse eine dem Widerstande der senkrechten Wände der Aushöhlung angemessene grössere Grundfläche gibt.
3) Der Sand hat nicht die Eigenschaft, sich auf so grosse Spannungen zu wölben, dass der Seitenschub, der daraus entstehen würde, die Seitenwände wegschiebt, während die Belastung selbst sie eindrückt.
4) Die Eigenschaft des Sandes, sich über einzelne Theile der Grundfläche, welche nachgeben, zu wölben, hindert, dass ungleiche Widerstände des Bodens Risse in den Mauern hervorbringen und trägt dazu bei, dem Boden eine solche Form zu geben, dass sein Widerstand überall gleich ist.
5) Wenn der Boden, auf welchem eine Sandmasse ruht, ungleich nachzugeben anfängt, so ändert die Sandmasse, welche unpressbar ist, wenn sie auch oben durch die Mauerschichten ungleich gedrückt wird, ihre Form so, dass sich das Gleichgewicht an der Grundfläche herstellt. Zahlreiche Versuche haben gezeigt, dass der Sand sich nur dann vollständig senkt, wenn er im Wasser ist. Man kann ihn daher nur dann erst als unpressbar betrachten, wenn man ihn vor der Gründung der ersten Schicht hat unter Wasser setzen können.
6) Die Beweglichkeit und Unpressbarkeit des Sandes sind allein die Eigenschaften, welche ihn zur Fundamentirung mit grossem Vortheil anwendbar machen. Wenn man nicht auf die Kosten sieht, ersetzt ihn eine Masse von Mauerwerk in hydraulischen schnell bindenden Mörtel.

Die Beweglichkeit des Sandes dient aber wieder in hohem Grade dazu, den Sand so verdichten zu können, dass er unpressbar wird. Durch Feststampfen wird dieses Verdichten jedoch weniger erreicht, indem beim jedesmaligen Niederfallen des Rammblocks der Sand nach den Seiten hin ausweicht und somit dadurch der Sand an seiner Oberfläche mehr hin und her geschoben wird. Auch nach unten hin kann die Wirkung des Schlages nicht sehr tief eindringen, indem dieselbe hier auch durch die grössere Beweglichkeit des Sandes sehr bedeutend abgeschwächt wird. Wol aber erreicht man, dass der Sand unpressbar wird, wenn man die Sandschüttung von oben her stark annässt und das Wasser durchziehen lässt, wobei dann die einzelnen Sandkörnchen zwar ebenfalls in Bewegung kommen, jedoch wesentlich nur nach einer Richtung hin, in Folge dessen sie sich dichter aneinander legen.

Bei verschiedenen Fundirungen, welche der Verfasser ausführen liess, wurde folgendes Verfahren angewendet.

Die Fundamentgruben wurden in 2,31 Meter Breite und etwa 1,45 Meter tief bis auf den festen Sandgrund ausgegraben, und da später um das Gebäude herum das Terrain noch um etwa 1,15 Meter aufgefüllt wurde, wurden die sämmtlichen Fundamentgruben etwa 1,15 Meter hoch mit reinem Sand wieder ausgefüllt. Diese Ausfüllung wurde wagerecht abgeglichen und darauf die Befestigung derselben vorgenommen. Zu diesem Ende dämmte man zur Zeit immer eine Strecke von 2,31 bis höchstens 2,89 Meter Länge in der Breite der Fundamentgräben durch einen kleinen Sanddamm ab und leitete auf den abgedämmten Raum mittelst hölzerner Rinnen einen anhaltenden Wasserzufluss. Während dieser Wasserzufluss stattfand, waren aber zwei Arbeiter damit beschäftigt, mit langen, scharf zugespitzten eisernen Stangen von etwa 3 Zentimeter im Querschnitt, in nur geringen Zwischenweiten möglichst tief in den Sand hinein zu stossen. Anfänglich drangen die Stangen beim jedesmaligen Einstossen sehr tief ein und wurde dasselbe so lange fortgesetzt, bis ein tieferes Einstossen der Stangen schwieriger wurde und man sonach in der Tiefe jedenfalls eine durchaus feste Ablagerung der Sandauffüllung annehmen konnte. In dieser Art wurden die sämmtlichen Fundamente befestigt. Durch den ununterbrochenen Zufluss von Wasser, sowie durch das stets wiederholte Einstossen der zugespitzten Eisenstangen, wodurch auch die tieferliegenden Theile der Sandauffüllung in Bewegung gesetzt und aneinander gepresst wurden, erreichte man nicht nur eine gehörige Ablagerung der Sandschüttung selbst, sondern auch gleichzeitig eine vollständige Ausfüllung der zwischen den Seitenwandungen der Fundamentgräben und der eingebrachten Sandschüttung sich etwa gebildeten Zwischenräume.

Diese Fundirung bewährte sich hier vollständig, trotzdem ein Theil des Gebäudes und zwar der mittlere Theil desselben unterkellert wurde und wegen der nötigen Kellertiefe die Mauern dieses Theils bis auf den natürlich festen Sandboden herunter geführt werden mussten. Die Sandschüttung unter den übrigen Mauern des Gebäudes wurde unmittelbar gegen die Kellermauern des Zwischenbaues hergestellt und wie oben angegeben wurde, befestigt. Es wurden demnach die Fundamente unter den Seitenflügeln des Gebäudes etwa 1,15 Meter höher angelegt und war bei vollständiger Herstellung des zweistöckigen Gebäudes auch nicht die geringste Spur irgend welcher Senkung zu entdecken.

In ähnlicher Weise wurde auch die Befestigung des Grundes zum Aufbau eines fünf Stockwerke hohen Speichers aufgeführt, welcher Speicher unmittelbar an ein älteres Gebäude lehnte und mit diesem in Verbindung gesetzt wurde;

es wurde sogar die vorhandene Giebelmauer des älteren Gebäudes zum Aufbau des oberen höheren Stockwerks und Giebels des neuen Speichers benutzt. Auch hier zeigte sich nicht die geringste Spur einer Senkung, selbst auch dann nicht, als die Böden des Speichers schon mit Waaren belastet waren.

Bei der Erbauung eines zweistöckigen massiven Kriminal-Gefangenhauses in Rehburg wurde eine Sandfundamentirung ebenfalls angewendet. Nachdem nämlich der morastige Boden auf 1,88 Meter Tiefe ausgegraben und die Baugrube nach allen Seiten hin 1,56 Meter über das Gebäudeareal erweitert war, warf man in die mit Wasser wieder angefüllte Baugrube einen reinen scharfkörnigen Sand. Da aber unter solchen Umständen die Auffüllung nicht gehörig fest werden konnte, so liess man die Mauern nicht allein nicht zu rasch, sondern auch soviel als möglich in gleichmässiger Höhe aufführen, wodurch dann auch ein erwünschtes Resultat herbeigeführt wurde.

Ein sehr sinnreiches Verfahren, den Sand zu befestigen, wurde bei der Aufführung des linkseitigen Stirnpfeilers der Flackensee-Brücke in Anwendung gebracht. Die Gründung des rechtseitigen Stirnpfeilers dieser Brücke wurde bereits oben näher beschrieben.

Bei dem linkseitigen Stirnpfeiler erreichten die Spundpfähle, nachdem sie durch eine 1,46 Meter dicke Moorschicht und eine 1,25 Meter dicke Schicht aus sehr feinem (nur durch die Lupe zu erkennenden) Sand mit Thon untermischt, getrieben waren, Sand, etwa von der Grobkörnigkeit des Mauersandes, in welchen sie noch za. 2,19 bis 2,51 Meter eingerammt wurden. Es war möglich, das Wasser mittelst zweier doppeltstieliger Pumpen soweit zu bewältigen, dass die aus Moor und feinerem Sand bestehenden Schichten bis auf den groben Sand ausgegraben werden konnten. Für demnächstige Ausführung des Mauerwerks war aber der Wasserzudrang durch die durchbrechenden starken Quellen, welche die untere Sandschicht aufwühlten, zu stark. Es wurde desshalb zunächst eine 1,25 Meter starke Lage groben Mauersandes eingeschüttet, wodurch es gelang, die Quellen zu mässigen. Es kam aber nun noch darauf an, diese Mauersandschicht kompakt zu machen. Um dieses zu erreichen, wurde aus eingetriebenen Bohlen ein in den Fugen nicht wasserdicht schliessender unten offener Kasten von etwa 1,56 Meter im Quadrat gebildet, dessen Sohle etwa 31 Zentimeter hoch mit Bruchsteinen bedeckt wurde. In diesem Kasten wurde eine Pumpe aufgestellt. Nachdem die Baugrube voll Wasser gelassen worden, wurde die Pumpe in Betrieb gesetzt. Alles in der Baugrube vorhandene Wasser musste nun seinen Weg von oben durch die eingeschüttete Sandschicht in den unteren Theil des Kastens nehmen. Dadurch wurde der eingeschüttete Sand so fest, dass, nachdem der von den Spundwänden eingeschlossene Raum mit einer Schicht Bruchsteinen von 23 bis 31 Zentimeter Stärke ausgepackt worden war, auf dieser das Bruchsteinmauerwerk des Pfeilers nebst Flügeln in Zement bis zum Wasserspiegel aufgeführt werden konnte.

Auch dieses Beispiel liefert den vollständigen Beweis, dass bei einer Sandfundirung durch Anwendung von Wasser jedenfalls eine sehr kompakte Ablagerung des Sandes erhalten wird; weniger ist dieses aber der Fall, wenn man den Sand ohne irgend anzunässen, durch Rammen befestigen will, indem hierbei der Sand nur hin- und hergeworfen wird und die Wirkung des Schlags der Ramme wegen der grösseren Beweglichkeit des Sandes nur sehr wenig tief eindringt.

Schliesslich soll hier noch ein Beispiel angeführt werden, bei welchem eine Sandfundirung in Verbindung mit einem liegenden Rost und mit Erdbogen angewendet wurde[1]).

Bei Erbauung eines vierstöckigen Waarenspeichers in Stettin fand sich nach angestellten Bohrversuchen der Grund sehr unpraktikabel, indem bis auf 9,41 Meter tief angestellte Bohrversuche ergaben, dass die ersten 1,88 Meter Torf und Stubben enthielten und in grösserer Tiefe sich Schlick vorfand, der bei zunehmender Tiefe mit feinem grauen Sand untermischt war.

Da nun die Eintheilung der aufzuführenden Gebäude schon im voraus eine sehr ungleichmässige Belastung des Baugrundes nachwiesen, so musste diesem gemäss die Gründung bewerkstelligt werden.

[1]) Zeitschrift für praktische Baukunst Jahrgang 1842.

Es wurde daher die Baugrube in einem grösserem Umfange von 3,13 Meter ausserhalb der Umfassungswände des Bauwerks, nach ihrem ganzen Inhalt auf 1,56 Meter Tiefe von Torf und Stubben befreit, so dass die Sohle der Baugrube 1,25 Meter unter den mittleren Wasserstand der Oder zu liegen kam.

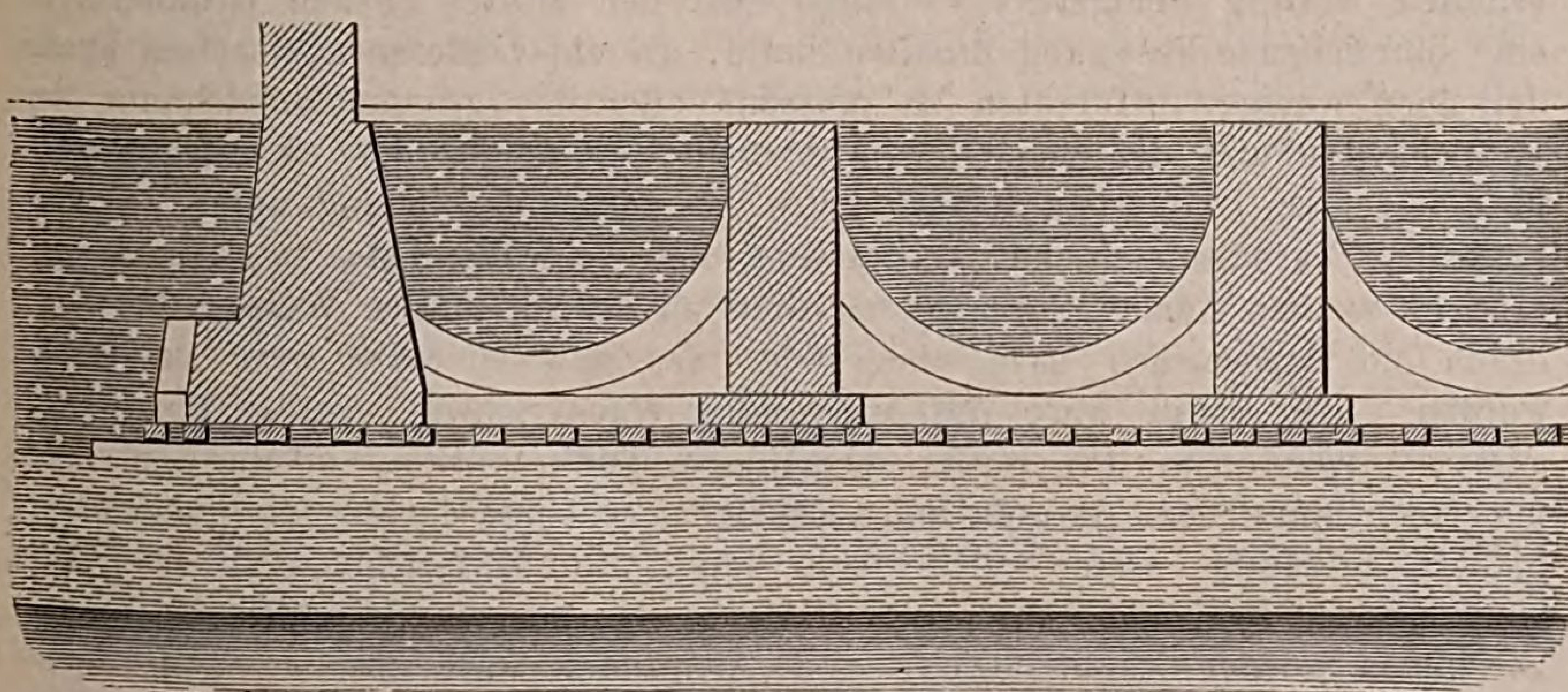
Das hervordringende Grundwasser suchte man mittelst Schippen zu beseitigen, welches auch gelang. Der Baugrund hatte jedoch in einer Tiefe von 1,56 Meter eine so geringe Festigkeit, dass der längs der Baugrube, auf einer Entfernung von 4,70 Meter 1,88 Meter hoch aufgefahrene Mauersand ein Heben des Baugrundes um za. 31 Zentimeter bewirkte. Unter Wegräumung dieses gehobenen Baugrundes wurde nunmehr 1,25 Meter hoher Sand in Lagen von 31 Zentimeter in die Baugrube eingekarrt und festgestampft. Dieser Sand durchzog bald mit Wasser, nahm jedoch eine solche Festigkeit an, dass das Rostholz mit Pferden in der Baugrube angefahren werden konnte.

Zur besseren Erhaltung des Rostholzes wurde die Sandauffüllung noch 10 Zentimeter hoch mit lehmiger Erde überschüttet und der Rost selbst damit ausgefüllt.

Der liegende Rost erhielt eine solche Konstruktion, dass die Pfeilerroste nicht nur unter einander, sondern auch mit den Umfassungsmauerrosten in innigem Zusammenhange waren, um den Druck gleichmässig über die ganze Baugrube zu vertheilen.

Zur Unterstützung der in drei Reihen nach der Länge der Speicher angebrachten Trägersäulen wurden die einzelnen Pfeilerfundamente durch einen Stein starke 0,94 Meter breite Erdbogen unter einander verbunden, die mit ihrem Scheitel auf durchgehender 31 Zentimeter hoher, 1,25 Meter breiter Feldsteinfundamentirung ruhten, wie dieses in nachstehender Figur 126 angedeutet ist.

Figur 126.



Die Aufführung der Fundamente, welche eine Höhe von 2,35 Meter erhielten, erfolgte gleichmässig. Die Umfassungsmauern erhielten eine untere Breite von 1,72 Meter und eine obere Breite von 0,94 Meter, ausserdem aber Pfeilervorlagen mit den Erdbogen in einer Richtung. Die durch Erdbogen verbundenen inneren Pfeilerfundamente wurden in ihrer oberen Fläche 0,94 Meter im Quadrat angelegt.

Bevor diese Fundamentirung mit Erde ausgefüllt war, erzeugte die stärkere Belastung der Mauermasse in den Umfassungsmauern einige ganz feine Risse in den Erdbogen; nachdem jedoch die Erdausfüllung in Lagen von 1,16 Meter bis zur Höhe von 2,35 Meter eingebracht war, hatten sich die Risse ganz wieder zusammengezogen.

Die Fundamente wurden nun, nachdem sie, sowie die Erdauffüllung horizontal abgeglichen waren, mit za. 200000 Mauersteinen und 25 Schachtruthen Feldsteine belastet, mit welcher Belastung sie 4 Wochen liegen blieben, während welcher Zeit heftige Regengüsse sehr merkbar auf den Fundamentbau wirkten.

Mit der Ausführung der Fundamente begann ein gleichmässiges Senken des Baues, welches in Folge der Belastung bis durchschnittlich 26 Zentimeter in den verschiedenen Ecken zunahm, jedoch in der Art, dass dieselben nur 19 Millimeter unter einander von der Horizontale abwichen. Ausser dieser Senkung war nach der Tiefe des Baues die Mitte desselben noch um 78 Millimeter durchgeschlagen, so dass die Giebelmauern auf 17,57 Meter Länge in ihrer Mitte um 78 Millimeter gegen die Ecken vertieft lagen.

Während des Fundamentbaues wurde darauf Bedacht genommen, zunächst die Umgebung des Baues durch die projektirte 1,88 Meter hohe Aufhöhung des ganzen Bauplatzes zu belasten, damit der Neubau Gegendruck erhielt und das Heben des umliegenden Terrains in Folge des Drucks des Quadratbaues möglichst verhindert werde.

Im ersten Augenblick drängt sich unwillkürlich der Gedanke auf, als sei der Schwellenrost hier eine überflüssige Beigabe. Allein berücksichtigt man die weiche und schwammige Beschaffenheit des Bodens und die fast unmittelbare Nähe des Oderflusses, bei dessen Steigen die weicheren umgebenden Erdschichten immer wieder mit Wasser durchzogen und erweicht werden, gleichzeitig aber auch, dass die Sandschüttung ebenfalls jedesmal wieder sehr stark mit Wasser geschwängert wird und bei der Weichheit des Untergrundes und bei der durch den darauf wirkenden lothrechten Druck der Gebäudelast hierin hervorgerufene Bewegung sehr leicht ausgedrängt werden kann, so ist es offenbar, dass hier irgend eine Anordnung getroffen werden musste, wodurch ein möglichst kräftiges Zusammenhalten der Grundmauern erreicht werden konnte und gleichzeitig ein gleichmässigerer Druck auf der ganzen Baufläche erhalten wurde, wenigstens so lange, bis der Mörtel in den Grundmauern eine hinreichende Festigkeit erhalten hatte, um ein Lostrennen einzelner Theile derselben weniger befürchten zu müssen. Bei der grossen Ausdehnung der Baulichkeiten und der mangelnden inneren Verbindung der einander gegenüber liegenden Umfassungsmauern hätte die nötige Verbindung unter den vorliegenden Verhältnissen mit Weglassung des Schwellenrostes wol schwerlich erreicht werden können, wenigstens durchaus nicht in der Weise, dass dadurch ein Ausweichen nach einer oder der anderen Seite wäre verhindert worden. Nur dann wäre die Anwendung eines Schwellenrostes überflüssig gewesen, wenn man die vorher ausgeführte Sandschüttung in der Baugrube mit einer hinreichend starken Betonschicht bedeckt und darüber die Fundamentmauern aufgeführt hätte, welche dann durch volle Zwischenmauern ohne Anwendung von Erdbögen, unter und mit einander bis zur Höhe des Fussbodens verbunden worden wären. Durch diese Anordnung wäre über die ganze Baufläche ein ziemlich gleichmässiger Druck hervorgebracht worden und gleichzeitig hätte man dadurch auch verhindert, dass einzelne Theile der Seitenmauern hätten ausweichen können, indem die inneren Verbindungsmauern die nötigen Verankerungen bildeten und ausserdem durch die Vergrösserung der Mauerkörper in Folge verbreiteter Fundamente auch die gedrückte Fläche vergrössert und demgemäss der Druck auf jedem Quadratfuss der betreffenden Grundfläche verhältnissmässig wieder vermindert worden wäre. Durch eine solche Anordnung wäre aber jedenfalls auch der Kostenaufwand sehr erheblich vergrössert worden. Dieses ist nun durch die Anwendung des Schwellenrostes vermieden und der beabsichtigte Zweck auch mehr oder weniger erreicht und zwar jedenfalls mit einem geringeren Kostenaufwand. Der Schwellenrost hat nicht allein durch seine Steifigkeit, welche namentlich durch die hohe Sandunterlage erhöht wurde, die erwähnten Nachtheile bis zu einem gewissen Grade verhindert, sondern gleichzeitig auch noch den grossen Vortheil einer

Verankerung der Grundmauern und Pfeilermauern unter einander und mit einander hervorgebracht, wodurch in dem vorliegenden Falle jedenfalls ein Ausweichen einzelner Theile der Seitenmauern wesentlich verhindert worden ist.

§ 43. Die Gründung auf einzelnen Pfeilern und gesenkten Brunnen.

Befindet sich der feste Baugrund erst in grösserer Tiefe unter der Oberfläche und ist derselbe mit aufgefüllter Erde oder Torf, Morast oder mit sehr durchweichten Erdschichten bedeckt, so hat man, um an Kosten für Material und Arbeitslohn zu ersparen, sich der Gründung auf einzelnen Pfeilern bedient, welche in Zwischenweiten von 2 bis 2½ Meter auseinanderstehend, aufgeführt werden, über welche Zwischenweiten man alsdann Grundbögen wölbt, worüber dann das übrige Grundmauerwerk aufgeführt wird.

Diese Pfeiler werden auf die eine oder die andere der bereits oben angegebenen Gründungsarten, je nachdem die Beschaffenheit des Grundes es erforderlich macht oder am zweckmässigsten erscheinen lässt, fundirt, wobei aber auch nicht selten mit grossem Leichtsinn und Unverstand verfahren wird.

Bei sehr weichen Boden, aber dennoch von gleichmässiger Beschaffenheit, hat man wol für jeden einzelnen Pfeiler einen liegenden Rost hergestellt und die Anordnung getroffen, dass in den Zwischenräumen eine oder mehrere Schwellen durchgelegt wurden, um eine Verbindung hervorzubringen. Auf diesen Rosten wurden alsdann die einzelnen gemauerten Pfeiler bis zur erforderlichen Höhe aufgeführt und dieselben mittelst gewölbter Bogen mit einander verbunden und darüber dann das übrige Mauerwerk aufgeführt. Dass aber eine solche Konstruktion bei nur einigermaassen schweren Gebäuden nur sehr geringe Sicherheit darbietet, leuchtet wol von selbst ein; denn obgleich die Langschwellen hier durchstreckend angeordnet werden und dieselben somit anscheinend eine Verankerung der einzelnen Pfeilerfundamente mit einander bilden, so haben sie dennoch nie eine solche Festigkeit und Steifigkeit, dass sie dem Druck auf einzelnen Stellen so widerstehen können und überhaupt anzunehmen ist, dass auch der nicht belastete Theil dieser Langschwellen mit gleicher Kraft auf den Untergrund drücken werde als der belastete Theil und zwar ohne zu brechen. Es muss bei grösserer Belastung einzelner Stellen des liegenden Rostes jedenfalls ein Bruch oder doch eine dem nahe kommende Biegung der Schwellen entstehen, wenn der Boden nachgibig ist, wodurch aber wieder ein sonst gleichmässiges Setzen der einzelnen Pfeiler, wenn dieses überall angenommen werden kann, notwendig verhindert wird.

Dieser Umstand, sowie ferner, dass die einzelnen Pfeiler an ihrer Basis nicht anders als durch die Schwellen des Rostes mit einander verbunden sind und daher bei einer, wenn auch nur geringen ungleichmässigen Senkung der einzelnen Pfeiler, ein Ausweichen dieser letzteren wegen der dann jedenfalls veränderten Richtungslinie des darauf wirkenden Drucks, sich unbedingt einstellen wird und auf keine Weise verhindert werden kann, beweist hinreichend die Unsicherheit einer solchen Fundirungsart. Und dennoch findet man einzeln von dieser Fundirungsart Anwendung gemacht; gleichzeitig bemerkt man aber dann auch die Folgen davon deutlich.

Bei weitem zweckmässiger ist es dagegen, die Fundirung in diesem Falle aus einer starken Betonschicht bestehen zu lassen, welche Fundirungsschicht aber dann nicht allein unter den Fundamenten der herzustellenden Pfeiler aus-

geführt werden muss, sondern in der ganzen Länge der Pfeilerreihe, und wobei dann Rücksicht auf eine möglichst gleichmässige Vertheilung des Drucks auf eine grössere Grundfläche genommen werden muss, indem man den unteren Fundamentschichten eine grössere Ausdehnung gibt. Der beabsichtigte Zweck wird noch vollständiger dann erreicht werden, wenn man die einzelnen Pfeiler noch durch eine, wenn auch nur einen Stein starke Mauer verbindet, welche bis unter die Grundbogen aufgeführt wird. Bei dieser Anordnung würde aber die Ersparung an Material eine sehr geringe werden und somit der Zweck der Kostenersparung wieder mehr oder weniger ganz verloren gehn.

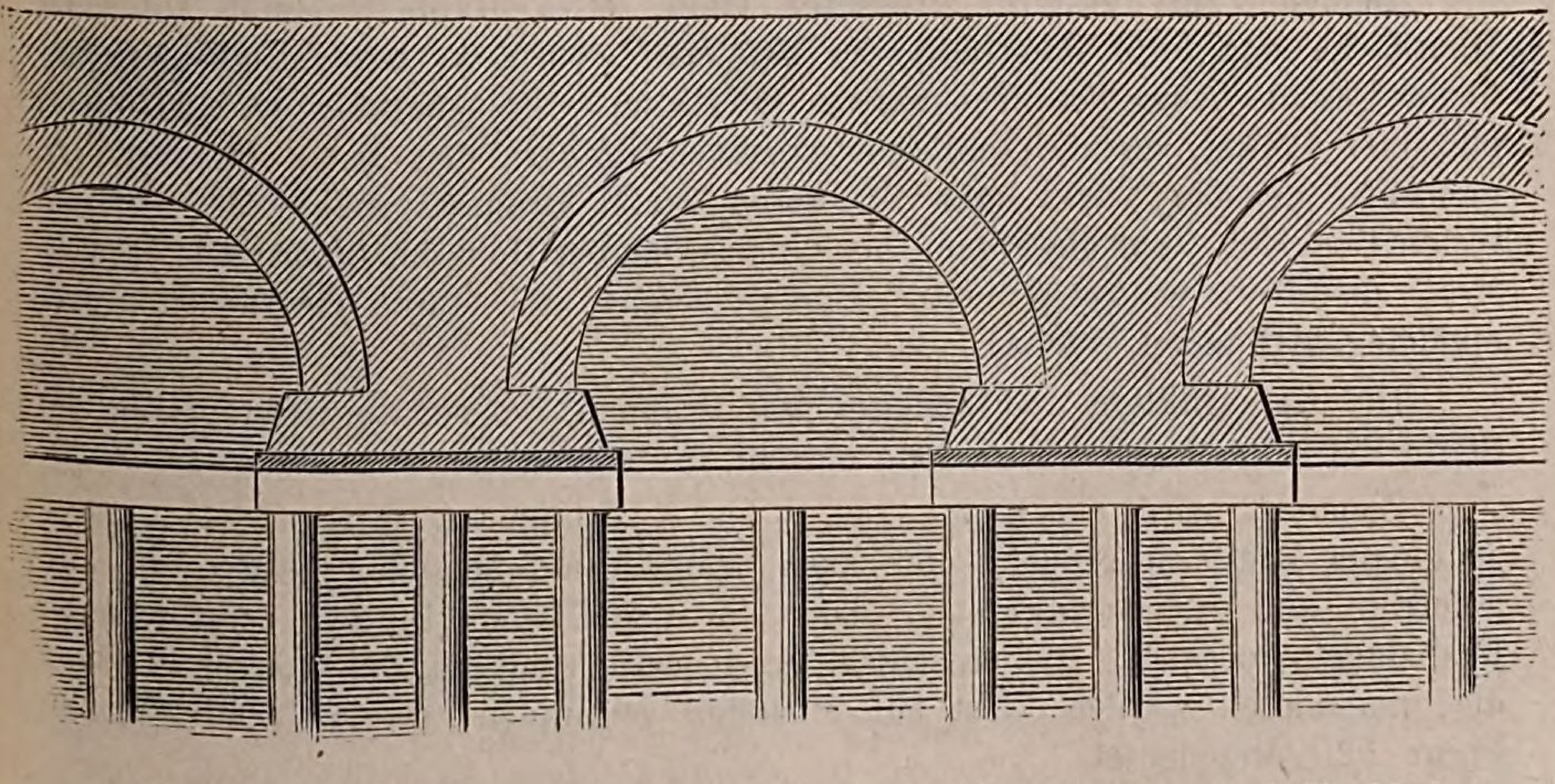
Auch mittelst Rammbeton (eingerammter grober Bauschutt) lassen sich die Pfeilerfundamente fundiren und ist diese Art der Befestigung des Grundes in diesem Falle, wenn dieselbe nur mit der gehörigen Sorgfalt und unter Anwendung eines hinreichend schweren Rammbären ausgeführt wird, den oben erwähnten Arten von Pfeilerfundirungen in jeglicher Hinsicht vorzuziehen, weil durch das Einrammen der Steinbrocken in den Grund bis zu einer grösseren Tiefe und seitlichen Ausdehnung der Boden sehr erheblich gedichtet wird und dadurch im Grunde eine Fortsetzung des Pfeilers, jedoch mit bedeutend verbreiteter Grundfläche gleichsam erhalten wird.

Um die Nachtheile, welche die Anordnung einzelner Pfeiler leicht mit sich führen, möglichst zu heben, und um eine gleichmässigere Vertheilung des Drucks auf eine grössere Grundfläche hervorzubringen, verbindet man die Pfeiler an ihrer Basis mittelst umgekehrter Gewölbe mit einander, ähnlich wie in der Figur 126 des vorigen Paragraph dargestellt ist. In diesem Falle können die Pfeiler nicht sinken, ohne dass die zwischen denselben hergestellten umgekehrten Gewölbe nicht ebenfalls auf den Zwischengrund eine grössere Pressung ausüben, indem diese Gewölbe ihre Widerlager in den Pfeilern selbst haben. Würde man nun diese umgekehrten Gewölbe auf den unbefestigten Zwischengrund legen, so würden diese schon nicht selten vermöge ihrer eigenen Last sich in den Grund eindrücken und somit der beabsichtigte Zweck durchaus verloren gehen. Es erfordert daher diese Anordnung, wenn sie dem Zwecke entsprechend sein soll und der Boden nicht schon an und für sich eine solche Beschaffenheit hat, dass er ohne weitere künstliche Befestigung benutzt werden kann, wieder notwendig eine durchgehende Fundamentirung, die sich nicht nur unter den Pfeilern, sondern auch in den Zwischenräumen erstreckt. Ferner ist es notwendig, dass die umgekehrten Gewölbe in allen Fällen eine durchgehende gemauerte Unterlage erhalten, welche bei schlechterem Grunde stärker werden muss, damit nicht einzelne Theile der Gewölbe sich in den weicheren Untergrund eindrücken können, wodurch sonst auch wieder der beabsichtigte Zweck, den grösseren Druck auf die Pfeiler mittelst der umgekehrten Gewölbe auch auf den Zwischengrund zu vertheilen, verloren gehen würde. Diese Anordnung findet wesentlich ihre Anwendung, um Material zu ersparen und kann dieses aber nur dann wirklich der Fall sein, wenn die Pfeiler eine grössere Höhe erhalten und also durch die anzuordnenden wieder überwölbten Oeffnungen zwischen diesen Pfeilern wesentlich an Material gespart werden kann. Erhalten dagegen die Pfeiler nur eine geringe Höhe, so wird wol scheinbar etwas an Material gespart, dagegen wird bei Mauerung der Bogen und der Unterlagen der umgekehrten Gewölbe wieder sehr viel Material zerschlagen und ausserdem auch ein grösserer Aufwand an Arbeitslohn erforderlich werden, sodass in solchem Falle es wenig mehr Kosten verursachen wird, wenn man die Fundamente und Grundmauern durchgehends vollmauert.

Es entsteht aber überhaupt die Frage, — ob es bei grösseren und namentlich bei hohen Gebäuden, wenn die Beschaffenheit des Grundes es nur irgend zulässt, trotz eines grösseren Kostenaufwandes nicht besser und zweckmässiger ist, die Fundament- und Grundmauern in ihrer bestimmten Stärke vollständig durchzumauern? — denn, wenn auch durch diese umgekehrten Gewölbe der Druck der Gebäudelast auf eine grössere Fläche vertheilt wird, so sind es doch namentlich immer die einzelnen Pfeilerfundamente, welche den grössten Druck auszuhalten haben, durch die umgekehrten Gewölbe aber der Druck durchaus nicht in dem Maasse aufgenommen wird, dass derselbe nunmehr auch überall gleichmässig stattfindet. Dieses würde sich aber nur annähernd erreichen lassen, wenn man diesen umgekehrten Bogen eine bedeutende Stärke gebe. Ferner aber werden die einzelnen Pfeiler durch die umgekehrten Bogen und durch die über die Zwischenräume hergestellten Bogen nicht so mit einander verbunden, wie es überall bei Grundmauern und namentlich bei denen, die auf künstliche Weise befestigtem Grunde aufgeführt werden, durchaus erforderlich ist, und wobei ein guter Erfolg immer wesentlich von dem starken inneren Zusammenhange der sämmtlichen Fundament- und Grundmauern abhängig ist.

Es treten aber dennoch Fälle ein, bei welchen, so zweckmässig es auch wäre, die Fundamente und Grundmauer in der ganzen Länge in ihrer vollen Stärke aufzuführen, solches doch nicht möglich ist, ohne dass dadurch ein sehr bedeutender Kostenaufwand erforderlich werden würde. Dieses ist namentlich der Fall, wenn die Fundamente, um mit denselben festere Erdschichten zu erreichen, sehr tief und bis unter das Grundwasser gesenkt werden müssen. In solchen Fällen kann man sich mit Vortheil des Pfahlrostes bedienen, und zwar in der Weise, dass man unter jeden einzelnen Pfeiler einen besonderen Pfahlrost herstellt, die sämmtlichen Pfeilerroste aber wieder durch eine oder mehrere darüber zu streckende Langschwellen mit einander verbindet, wie in nachstehender Figur 127 angedeutet ist.

Figur 127.



Hierdurch wird jedenfalls eine sehr gute Verankerung und Verbindung der Pfeilerroste unter einander hervorgebracht und ausserdem gewährt dann eine solche Anordnung, sobald die einzelnen Pfähle jedesmal bis zur fast ab-

soluten Festigkeit eingerammt sind und der Pfahlrost ferner so tief liegt, dass er fortwährend mit Wasser bedeckt bleibt, eine sehr grosse Sicherheit.

Ergeben sich bei dieser Anordnung die Zwischenweiten zwischen den einzelnen Pfeilern so bedeutend, dass zu befürchten sein möchte, dass diejenigen Langschwellen, wodurch je zwei Pfeiler mit einander verankert werden, durch den späteren Druck der Erde brechen würden, so lässt sich dieser Nachtheil dadurch vollständig aufheben, dass man in der Mitte zwischen je zwei Pfeilerrosten Stützpfähle einrammt, über welche dann die bezüglichen Langschwellen mit gestreckt werden, wie dieses in vorstehender Figur angedeutet ist. Eine solche Anordnung wird dann namentlich sehr vortheilhaft sein, wenn die oberen Schichten des Grundes sehr weich und schlammig sind und darüber noch eine bedeutende Erdschüttung aufgebracht werden soll, wo dann die Verbindungs- oder Verankerungsschwellen jedenfalls einen sehr bedeutenden Druck von oben her auszuhalten haben.

Eine sehr fehlerhafte Methode den Grund unter den einzelnen Pfeilern zu befestigen, besteht darin, wenn man den Grund mit Füllpfählen und alsdann die Zwischenräume zwischen den Pfahlköpfen wieder mit Bauschutt ausrammt, um dadurch eine feste Schicht zu erhalten. Das Fehlerhafte einer solchen Gründungsmethode ist schon oben näher besprochen und auf die geringe Sicherheit, welche dieselbe für ein darüber aufzuführendes Gebäude für die Dauer gewährt, aufmerksam gemacht. Es muss hierbei aber noch ausdrücklich erwähnt werden, dass diese Art der Grundbefestigung, wenn sie zu einer solchen Pfeilerfundirung angewendet wird, noch viel gefährlicher wird, indem sich hier notwendig sehr bald ungleiche Senkungen einstellen müssen, die wesentlich durch das Seitwärtsausweichen der einzelnen Grundpfähle veranlasst werden. Diese Senkungen können aber, da ohnehin hierbei die Fundamente ohne allen weiteren Zusammenhang sind, und ausserdem der Druck auf dieselben sich jedenfalls nach verschiedenen Richtungen äussern wird und äussert, für das darüber aufzuführende Gebäude nur vom grössten Nachtheil werden, wie dieses auch durch die Erfahrung schon mehrfach bestätigt worden ist.

Befindet sich erst in grösserer Tiefe, etwa 6 bis 8 Meter unter der Oberfläche der feste Baugrund, so hat man mehrfach, unter Umgehung der bisher beschriebenen Fundirungsarten, jedoch unter Beibehaltung der Anordnung einzelner Pfeiler, dadurch mit den einzelnen Pfeilern den festen Baugrund zu erreichen gesucht, dass man an deren Stelle Brunnen senkte bis auf den festen Baugrund und diese dann bis zur bestimmten Höhe im Innern mit Mauerwerk ausfüllte, welche dann als Pfeiler benutzt und durch Gewölbbogen mit einander verbunden wurden.

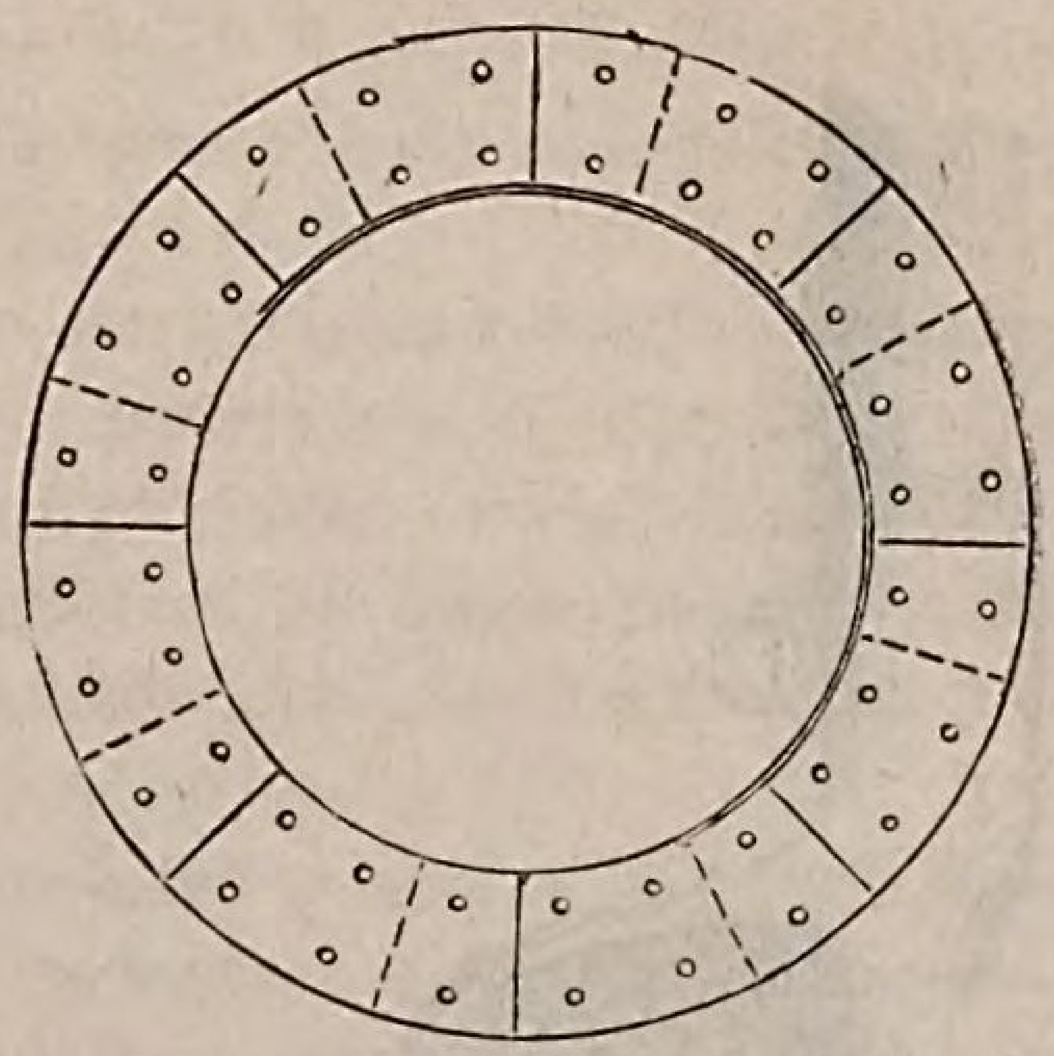
Die Konstruktion und Senkung der Brunnen, welche als Grundpfeiler die Stelle der Fundamente vertreten, besteht in folgendem:

Zunächst wird ein Kranz von 3 bis 5 Zentimeter starken nicht überspähnigen Brettern doppelt oder auch dreifach auf einander gelegt, so angefertigt und zusammengesetzt, dass die Radialfugen in den verschiedenen Kranzlagen wechseln. Die einzelnen Lagen werden mit starken eisernen Nägeln, die umgenietet werden, fest mit einander verbunden, wie in nachstehender Figur 128 angedeutet.

Dieser Kranz dient als unterste Lage des Brunnenschachtes und muss daher auch von gleichem inneren Durchmesser und von gleicher Ringbreite mit der Wandstärke des Brunnenschachtes angefertigt werden.

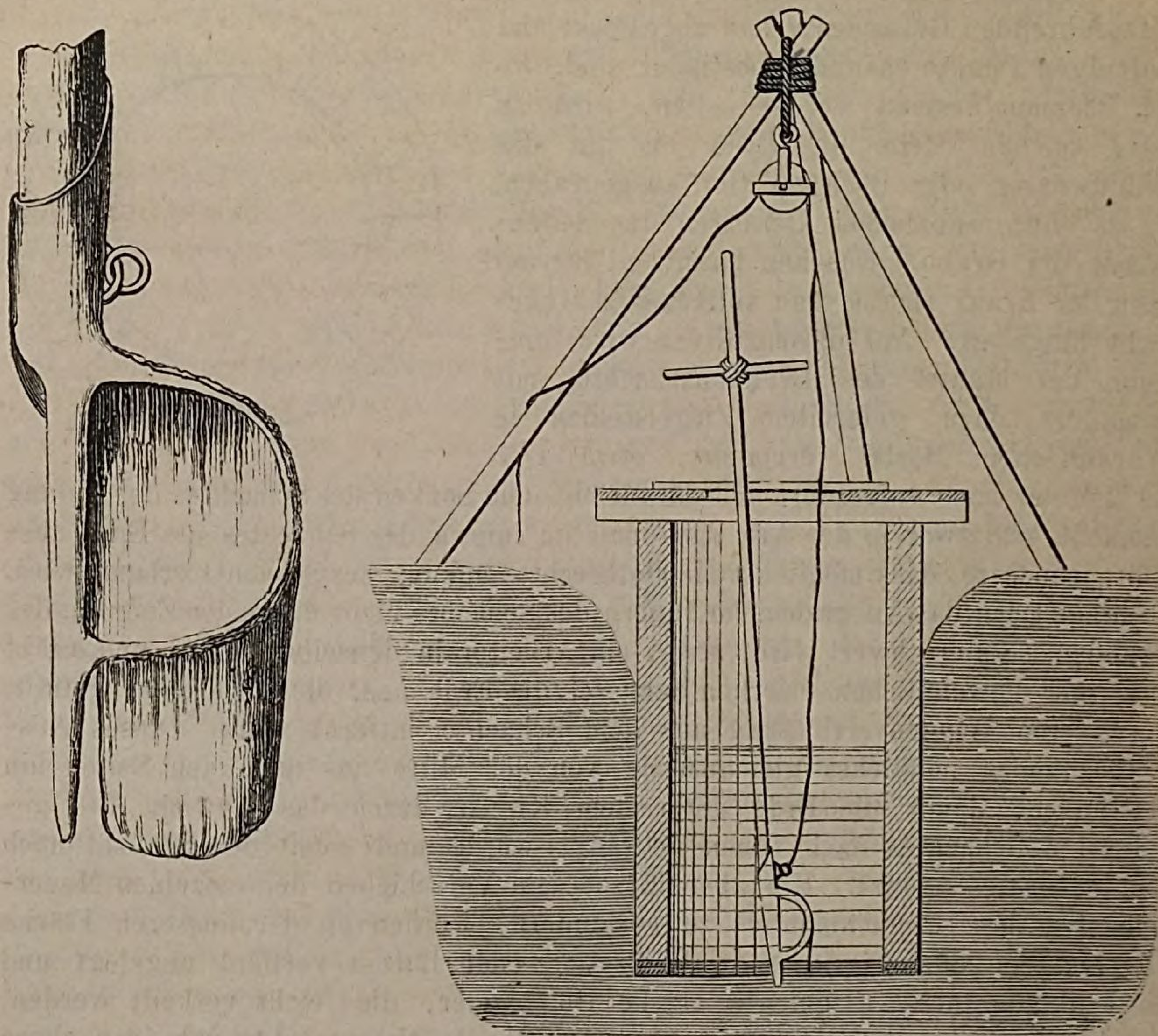
Nachdem nun die Grundmauern des neu aufzuführenden Gebäudes genau abgesteckt und diejenigen Punkte ebenfalls bestimmt sind, wo die Brunnen gesenkt werden sollen, wird an einer solchen Stelle die Erde bis auf das Grundwasser oder doch so tief ausgegraben, als es ohne erhebliches Abstützen der Seitenwände der Grube geschehen kann und hierauf dann der Kranz richtig und vollkommen wagerecht hingelegt. Auf diesem Kranz wird nunmehr der Mantel des Brunnenschachtes mit besonders dazu geformten Ziegelsteinen in hydraulischem Mörtel vermauert, etwa $1^1/_2$ bis 2 Meter hoch aufgeführt und darauf mit dem Senken des Schachtes der Anfang gemacht, und zwar in der Art, dass man im Innern des Schachtes die Erde aushebt, jedoch so, dass möglichst eine lothrechte Senkung des Schachts erlangt wird. So lange noch das Ausgraben im Innern des Schachts nicht durch den Zudrang des Grundwassers erschwert wird, steigt ein Arbeiter in denselben hinein und gräbt mit einer gewöhnlichen eisernen Schaufel die Erde aus, die in Kübeln gefüllt, durch eine Windenvorrichtung aus dem Schachte entfernt wird. Dieses Ausgraben muss möglichst gleichmässig von der Mitte aus nach den Seiten hin stattfinden, damit die Erde unter dem Kranze durch das Gewicht des gemauerten Schachtes nach Innen gedrängt werde und somit der Schacht nach und nach tiefer sinkt. Um aber hierbei ein Verschieben der einzelnen Mauerschichten des Brunnenmantels zu verhindern, werden an der äusseren Fläche des Mantels dünne und schmale Bretter oder Latten vertikal angelegt und diese dann durch umgelegte starke Holzbänder, die leicht verkeilt werden, festgehalten. Ist nun der Theil des Schachtes so tief gesenkt, dass der obere Rand desselben dem Boden der Baugrube fast gleichkommt, so wird eine weitere Aufmauerung in derselben Art, wie die untere darüber hergestellt und diese mit dem bereits gesenkten Theil äusserlich ganz so wieder mit dünnen Bretter oder Latten verschient, wie zuerst angegeben wurde, indem man um die aufragenden Bretter oder Latten der unteren Verschienung auch für diesen neu aufgeführten Theil Holzbänder legt und wenn es erforderlich wird, auch weitere Bretter oder Latten für eine noch höhere Aufmauerung gleichzeitig befestigt. Sobald nun der Schacht bis zu der Tiefe gesenkt ist, dass das aufsteigende Grundwasser im Schachte das fernere Ausgraben mit der Schaufel verhindert, so bedient man sich zum ferneren Ausgraben des sogenannten Sackbohrers, welcher an einer langen Stange befestigt ist und in den Schacht hinuntergelassen wird und mittelst eines am oberen Ende der Stange befestigten Arms so lange umgedreht wird, bis der am Bohrer befindliche Sack mit Erde oder Sand gefüllt ist, wo man dann den Bohrer durch ein oberhalb über eine Scheibe laufendes, an der Oese des Bohrers befestigtes Tau heraufzieht und den Sack entleert.

Figur 128.



Der Bohrer besteht, wie in nachstehender Figur 129 angedeutet, aus einer etwa 60 bis 75 Zentimeter langen eisernen Spitze, welche am oberen Ende mit einer starken Hülse versehen ist, worin der hölzerne Stiel befestigt wird. An dieser Spitze befindet sich ein eiserner, nach einer Seite hin flach zugeschärfter Bügel, der an seiner Rückseite mit hinreichend vielen Löchern versehen ist, um den Sack mit durchgezogenem Bindfaden daran befestigen zu können.

Figur 129.



Ist der untere Grund erdig oder sandig, so reicht ein solcher Sackbohrer gewöhnlich vollständig aus, um damit den inneren Raum des Schachtes auszutiefen. Sobald aber Thon- oder Lehmschichten zu durchbohren sind, genügt ein solcher Bohrer keineswegs mehr, indem die Erde unter dem Kranze nicht mehr mit demselben genügend zu beseitigen ist und es dann nicht selten, sondern sogar sehr häufig stattfindet, dass der Kranz an seiner äusseren Kante durch den Thonboden gehalten wird und in Folge dessen dann der Schacht nicht tiefer einsinkt, trotzdem im Innern des Schachtes der Boden ausgebohrt wird. Dieser Umstand ist aber immer sehr nachtheilig und hat nicht selten zur Folge, dass der Schacht aus der lothrechten Richtung weicht, ohne dass dieses irgendwie verhindert werden kann. In diesem Falle wendet man eine eiserne Hacke oder auch eine Stossschaufel an, welche an einer langen Stange befestigt wird, und sucht damit den Grund unter dem Kranze zu lockern oder abzustechen. Aber bei einer zähen Thonschicht hat auch dieses nicht immer Erfolg und nicht selten ist man genötigt, alsdann noch den Schacht oben mit Brettern zu belegen und darüber schwere Gewichte aufzubringen, um durch diese vermehrte Last ein Ausdrängen der unter dem Kranze noch stehenden Erde zu erreichen und gleichzeitig dann auch beim weiteren Einsinken des Schachtes zu verhindern, dass der obere Theil desselben hängen bleibe und somit vom unteren Theil sich trenne. Diese Arbeit des Senkens des Brunnenschachtes muss stets mit der grössten Aufmerksamkeit ausgeführt werden, und

kann man durch inneres Ausbohren des Schachtes eine genügende lothrechte Stellung desselben nicht erreichen, so muss man auch äusserlich den Schacht losgraben und die vorhandenen Hindernisse möglichst auch von hier aus zu beseitigen suchen.

Das Nachtheiligste, was beim Senken des Brunnenschachtes vorkommen kann, ist, wenn ein alter Baumstamm oder ein grosser Stein in der Tiefe und an der Stelle liegt, wo der Schacht gesenkt werden soll. Diese Hindernisse lassen sich in den seltensten Fällen beseitigen und ist es dann jedenfalls das Zweckmässigste, mit der ferneren Arbeit einzuhalten und die Eintheilung der zu senkenden Brunnenschachte zu ändern.

Ist nun der Schacht bis auf die feste Erdschicht gesenkt, so wird derselbe mit Mauerwerk ausgefüllt. Diese Arbeit erfordert aber viele Vorsicht und hängt von der tüchtigen Ausführung derselben der spätere Erfolg in hohem Grade ab. Ist der Wasserstand im Brunnenschachte nicht zu hoch und ist dann auch der Zudrang des Grundwassers nicht stark, sodass dasselbe sich durch Auspumpen oder durch Ausschöpfen mit Eimern leicht beseitigen lässt, so ist es jedenfalls vorzuziehen, die Ausmauerung des Schachtes regelmässig auszuführen, wobei dann nur bei den untersten Schichten einige Schwierigkeiten wegen des stärkeren Zudrangs des Grundwassers daselbst zu bewältigen sein würden. Uebrigens lässt sich diese Arbeit auch dadurch schon sehr erheblich erleichtern, dass man die Grundschicht aus Beton, etwa 1 Meter hoch herstellt, diese einige Tage stehen lässt, um hinreichend zu erhärten, wo dann das darüber sich angesammelte Wasser ausgepumpt werden kann, ohne einen starken Zudrang desselben noch ferner befürchten zu müssen. Bei Anwendung des Beton wird aber das Auspumpen der Baugrube, wie oben angegeben, vollständig überflüssig und sogar nachtheilig, wesshalb dieses auch ganz unterlassen wird. Sehr häufig dringt aber das Grundwasser so stark zu, dass ein Ausschöpfen desselben unmöglich wird, wie dieses auch überhaupt nicht wol möglich ist, wenn das Wasser im Schachte bedeutend hoch ist. Um aber dann die Ausmauerung des Schachtes herzustellen, schlagen einige Baumeister vor, einen Bretterboden, welcher die innere Querschnittsform des Brunnenschachtes hat und mit vielen Bohrlöchern versehen ist, in den Schacht zu senken, indem man ihn mit grösseren Steinen beim Herablassen beschwert, damit er durch das Wasser nicht wieder in die Höhe gebracht werden kann. Hierauf soll feiner Schutt und Mörtel hineingeschüttet werden und will man durch das Einwerfen des feinen Schutts bewirken, dass derselbe sich durch die Bohrlöcher im Bretterboden drängt und die Unebenheiten unter demselben ausgleicht und ferner auch alle Zwischenräume ausfüllt, während darauf abwechselnd Mörtel und kleinere, sowie auch grössere Steine wieder nachgeworfen werden. Es leuchtet aber sehr bald ein, dass eine solche Arbeit, selbst wenn man sie auch mit der grössten Sorgfalt ausführt und wenn auch wirklich eine vollständige Ausfüllung des Schachtes dadurch erhalten werden sollte, dennoch immer nur eine sehr geringe Sicherheit gewähren kann, indem durchaus nicht anzunehmen ist, dass der eingeschüttete Mörtel die einzelnen Steine umhüllen und sie mit einander verbinden werde, sondern es wird beim Hineinschütten des Mörtels der in demselben enthaltene Kalk ausgespült und der Sand zu Boden fallen, sodass man dann, wie schon oben bei der Fundirung mit Beton erwähnt wurde, eine Lage Kalkschleim, nur noch im vergrösserten Masse erhalten wird, die sich ablagert, die aber zur Festigkeit des Mauerwerks in keinerlei Hinsicht etwas beiträgt, sondern vom grössten Nachtheil

ist, indem sie fortwährend feucht und weich bleibt und vorkommenden Falls das Uebereinanderrutschen der Steine noch befördern wird. Es ist aber in dieser Weise auch gar nicht möglich, ein dichtes Mauerwerk zu erhalten, indem die Höhlungen, welche beim Hineinwerfen der Steine, zwischen diesen entstehen, durchaus nicht genügend auszufüllen sind. Käme es daher nur darauf an, den inneren Raum des Schachtes bis zur Höhe des in demselben befindlichen Wasserstandes dicht auszufüllen, so würde man jedenfalls eine bei weitem dichtere und vollständigere Ausfüllung erhalten, wenn man abwechselnd Sand und kleinere Steinabfälle hineinschüttete und diese Materialien durch vielfaches Einstossen mit zugespitzten eisernen Stangen gehörig dichtete.

Da aber die ausgemauerten Brunnen die Stelle von Grundpfeilern vertreten sollen, so ist ein Hauptbedingniss, dass die Ausfüllung des Brunnenschachtes so hergestellt werde, dass sie einen festen und dichten Mauerkörper bilde, der sich mit dem Umfangsmauerwerk des Schachtes möglichst verbindet und wenn auch nur durch die Adhäsion des Mörtels, damit Ausfüllung und Schacht möglichst einen Körper bilde; denn besteht jedes für sich, so kann durch das fernere Zusammendrücken der Ausfüllung das Mantelmauerwerk möglicherweise herausgedrängt werden und dieses um so eher, da bei der oben angeführten Methode der Ausfüllung ein Erhärten des Mörtels gar nicht anzunehmen ist. Um daher eine möglichst kompakte und dichtschliessende Ausfüllung zu erhalten, ist es jedenfalls zunächst erforderlich, den erwähnten Bretterboden ganz fortzulassen, weil dieser zu leicht Veranlassung zur Senkung der darüber ausgeführten Ausfüllung geben kann, indem die etwa darunter vorhandenen Höhlungen gar nicht vollständig auszufüllen sind und dieses schon durch den, wenn auch durchlöcherten Bretterboden selbst verhindert wird. Um eine möglichst dichte Ausfüllung zu erhalten, ist es jedenfalls das Zweckmässigste, den Schacht entweder bis zur Höhe des Wassers mit Beton auszufüllen, oder doch wenigstens so weit, dass ein Auspumpen des darüber noch stehenden Wassers im Schachte nach Erhärtung der Betonschicht möglich wird, und wo dann der übrige Theil des inneren Raums regelmässig ausgemauert werden kann. Der Beton drängt sich nicht allein in die offenen Fugen des Mantelmauerwerks und verbindet sich mit demselben, sondern er lagert sich gleichzeitig auch auf der Sohle des Schachtes gehörig ab und füllt dadurch alle Unebenheiten in derselben vollkommen aus.

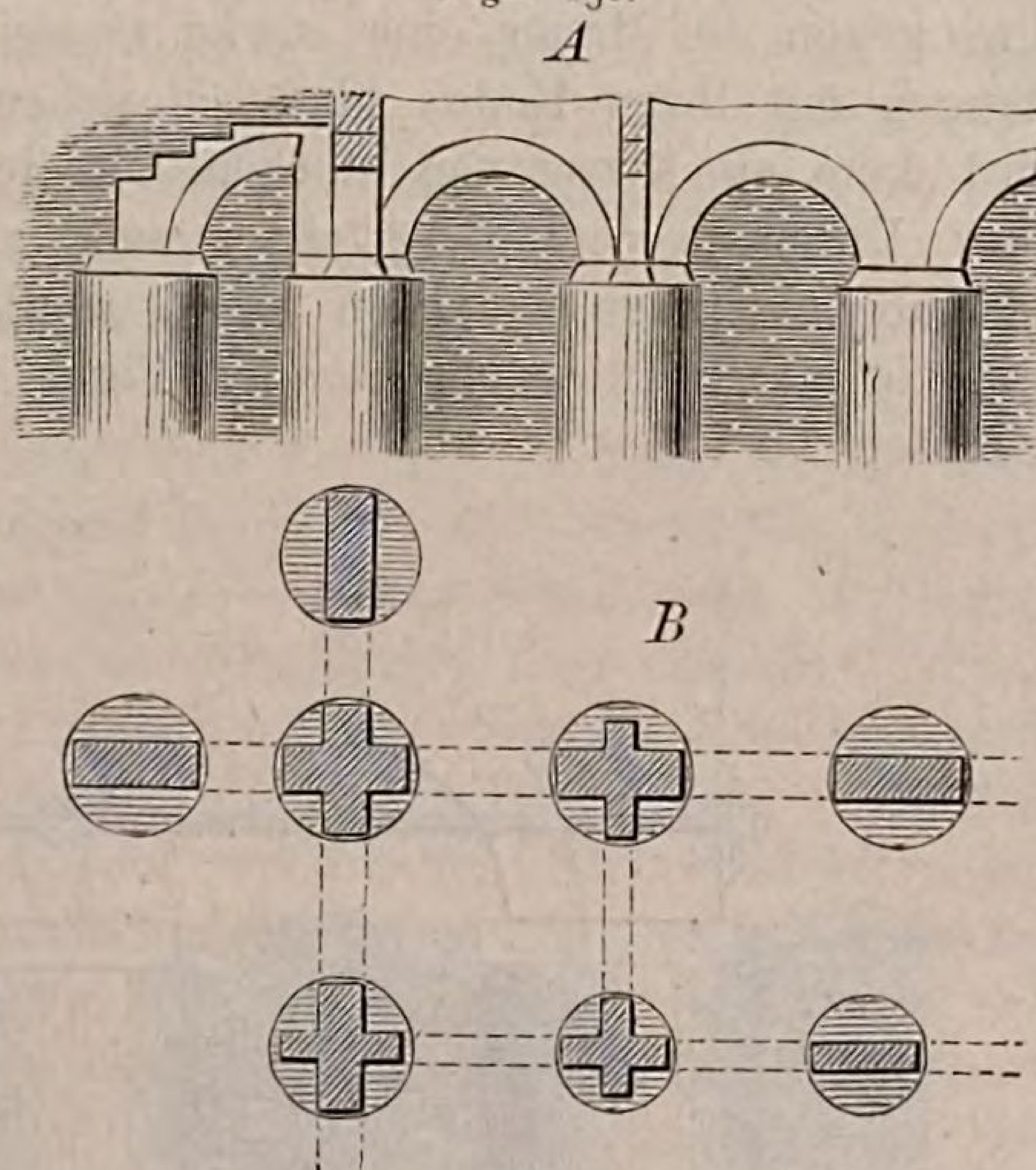
Was die lichte Weite eines Brunnenschachtes betrifft, so richtet sich dieselbe einmal nach der Grösse des darüber aufzuführenden Gebäudes, ferner aber wesentlich auch nach der Tiefe, bis zu welcher derselbe gesenkt werden muss, um die feste Erdschicht damit zu erreichen, wesshalb vorher Bohrversuche angestellt werden müssen, um die erforderliche Tiefe zu ermitteln. Die lichte Weite der Brunnen darf aber niemals geringer als 1,25 Meter angenommen werden. Es ist immer vorzuziehen, die lichte Weite noch grösser zu nehmen, wenn dadurch auch die Kosten vermehrt werden; die Grundfläche des späteren Pfeilers wird dadurch vergrössert und erhält derselbe durch eine solche Vergrösserung auch unbedingt eine grössere Stabilität. Die Entfernung der einzelnen Brunnen von einander hängt ebenfalls von der Grösse und Schwere des darüber aufzuführenden Gebäudes ab. Es muss hierbei aber stets darauf Rücksicht genommen werden, dass unter jeden Hauptpfeiler des Gebäudes ein Brunnenpfeiler trifft. Die Entfernung der Brunnenpfeiler muss ebenfalls möglichst gleichmässig sein. Eine willkürliche Anordnung der Brunnen-

pfeiler ist durchaus nicht zulässig und am allerwenigsten darf man die Eintheilung so treffen, dass Hauptpfeiler des Gebäudes später auf die Mitte von Bogen zu stehen kommen. Dieses würde im höchsten Grade gefährlich werden und sehr leicht Veranlassung zum Ausweichen der einzelnen Brunnenpfeiler geben können.

Letzteres gilt aber nicht allein im vorliegenden Fall, sondern auch in allen denjenigen Fällen, wo man statt der durchstreckenden Fundamente nur einzelne Fundamentpfeiler anwendet, die durch zwischen gewölbte Bogen mit einander verbunden werden.

Bei freistehenden Gebäuden, die auf Brunnen gegründet werden, werden ausserhalb der Ecken und zwar in der Verlängerungslinie der jedesmaligen Fronte noch besondere Brunnen gesenkt und ausgemauert, um von hieraus Strebebogen gegen die Ecken der Grundmauern des Hauptgebäudes herzustellen, wie dieses in nebenstehenden Figuren 130 A B näher angedeutet ist.

Figur 130.



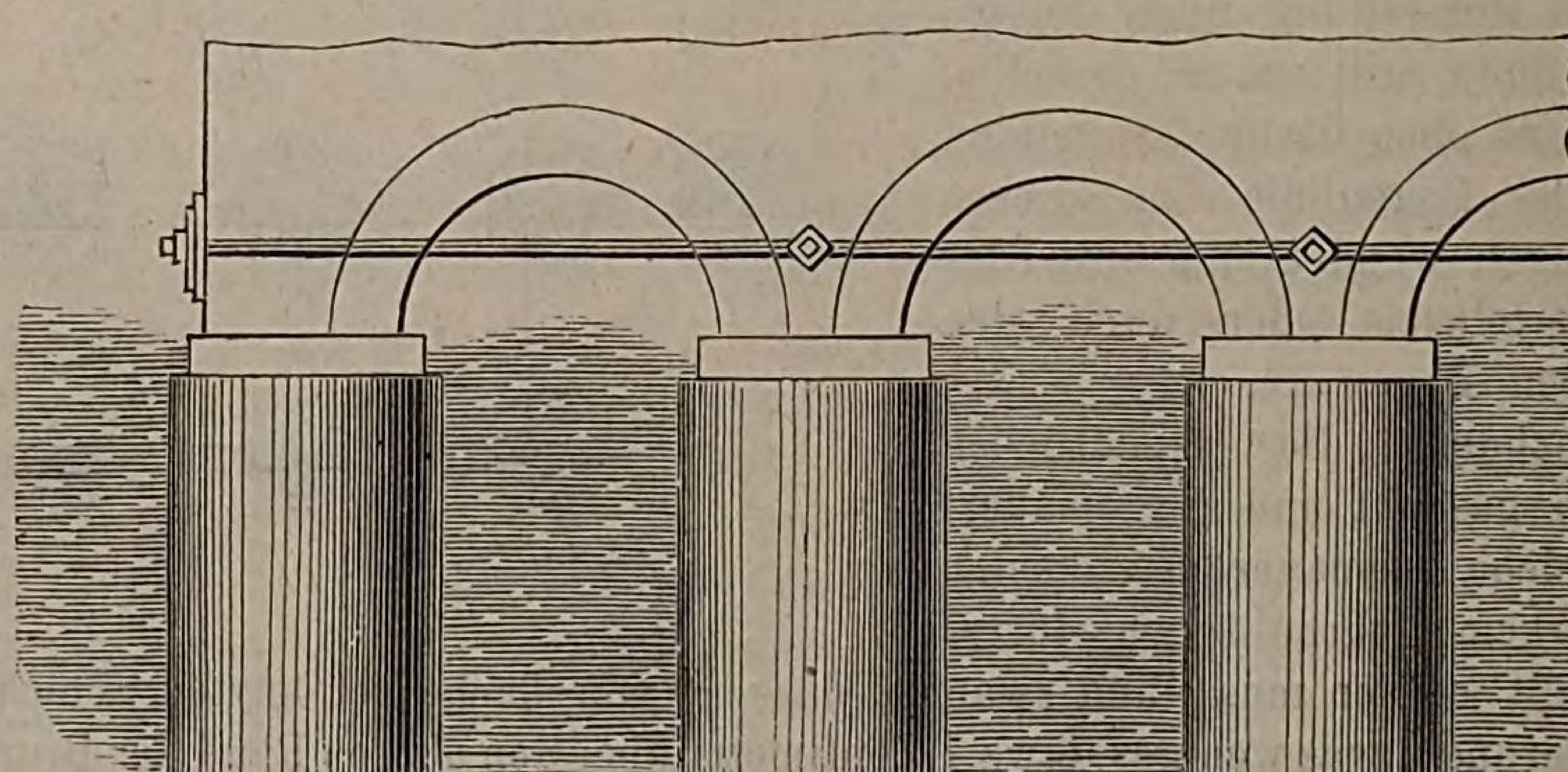
Bei Herstellung dieser äusseren Brunnen gilt ganz dasselbe, was bereits oben darüber angeführt ist. Als Bogenlinie zu diesen Strebebogen wendet man entweder den Viertelkreis oder auch den steigenden Bogen an.

Nachdem die sämmtlichen Brunnen gesenkt und ausgemauert sind, welche Ausmauerung stets nur mit starkem hydraulischen Mörtel hergestellt werden muss, und zwar so, dass die Oberfläche der letzten Schicht der Ausmauerung etwas weniges, etwa 1 Zentimeter über den oberen Rand der Brunneneinfassung erhoben bleibt, um für das Zusammensetzen der Ausmauerung noch einigen Spielraum zu haben, werden die Kämpferschichten der Bogenmauerung vollständig regelmässig und im Verband aufgemauert und zwar von allen Seiten her in jeder folgenden Schicht um einige Zentimeter bis zur bestimmten Stärke der Bogen und Grundmauern eingezogen, und werden nunmehr die Lehrbogen gestellt und darüber die Bogen, über welchen später die Grundmauern zu dem zu erbauenden Gebäude aufgeführt werden, zugewölbt. Die Stärke dieser Bogen richtet sich selbstverständlich nach der darüber aufzuführenden Gebäudelast, jedoch nimmt man diese Stärke nicht unter $1^1/_2$ Steine hoch. Die Laibungsstärke der Bogenmauer richtet sich nach dem übrigen Grundmauerwerk. Zu diesen Bogen nimmt man gewöhnlich den Halbkreis, seltener eine überhöhte Bogenlinie, aber niemals eine flache oder gedrückte, weil dadurch der entstehende gefährliche Seitendruck auf die Brunnenpfeiler nur noch vergrössert werden würde.

Um aber dem einmal vorhandenen und nicht aufzuhebenden Seitendruck noch mehr entgegen zu wirken, würde es am zweckmässigsten sein, Verankerungen der Pfeiler unter sich anzuordnen. Diese Verankerungen dürfen aber nicht so niedrig angebracht werden, dass sie in der Höhe der Bogen-

anfänge zu liegen kommen, weil sie dann durch die Erdausfüllung zwischen den Pfeilern und Bogen zu leicht beschädigt werden können, sondern es ist zweckmässiger, dieselben etwa auf $^1/_3$ der Höhe der Bogen anzuordnen und zwar dann äusserlich zu beiden Seiten der Mauer und dicht an dieselbe anliegend. Diese Verankerungen bestehen aus einzelnen Stangen, die jedesmal von der Mitte des einen Pfeilers bis zur Mitte des nächsten Pfeilers reichen und hier mit den gegenstossenden Ankerstangen des nächsten Faches verbunden werden. Diese Verbindung erhält man dadurch, dass man auf die Mitte des Pfeilermauerwerks rechtwinkelig auf die Länge der Mauer eine kurze eiserne Stange horizontal legt, auf welche die Ankerstangen mit den an ihren Enden hergestellten Oesen aufgeschoben werden. Am äusseren Ende der Verankerung wird gegen die Mauer eine starke gusseiserne Platte gelegt, durch welche die Stangen mit ihren Enden hindurchreichen; auf diese Enden der Ankerstangen wird dann ein Kreuz von starkem Schmiedeeisen geschoben, welches die Stelle einer Unterlagsscheibe vertritt, und auf die Stangenenden, welche mit Schraubengewinden versehen sind, werden Muttern aufgesetzt und diese fest angeschraubt. In nachstehender Figur 131 ist diese Anordnung näher angedeutet.

Figur 131.

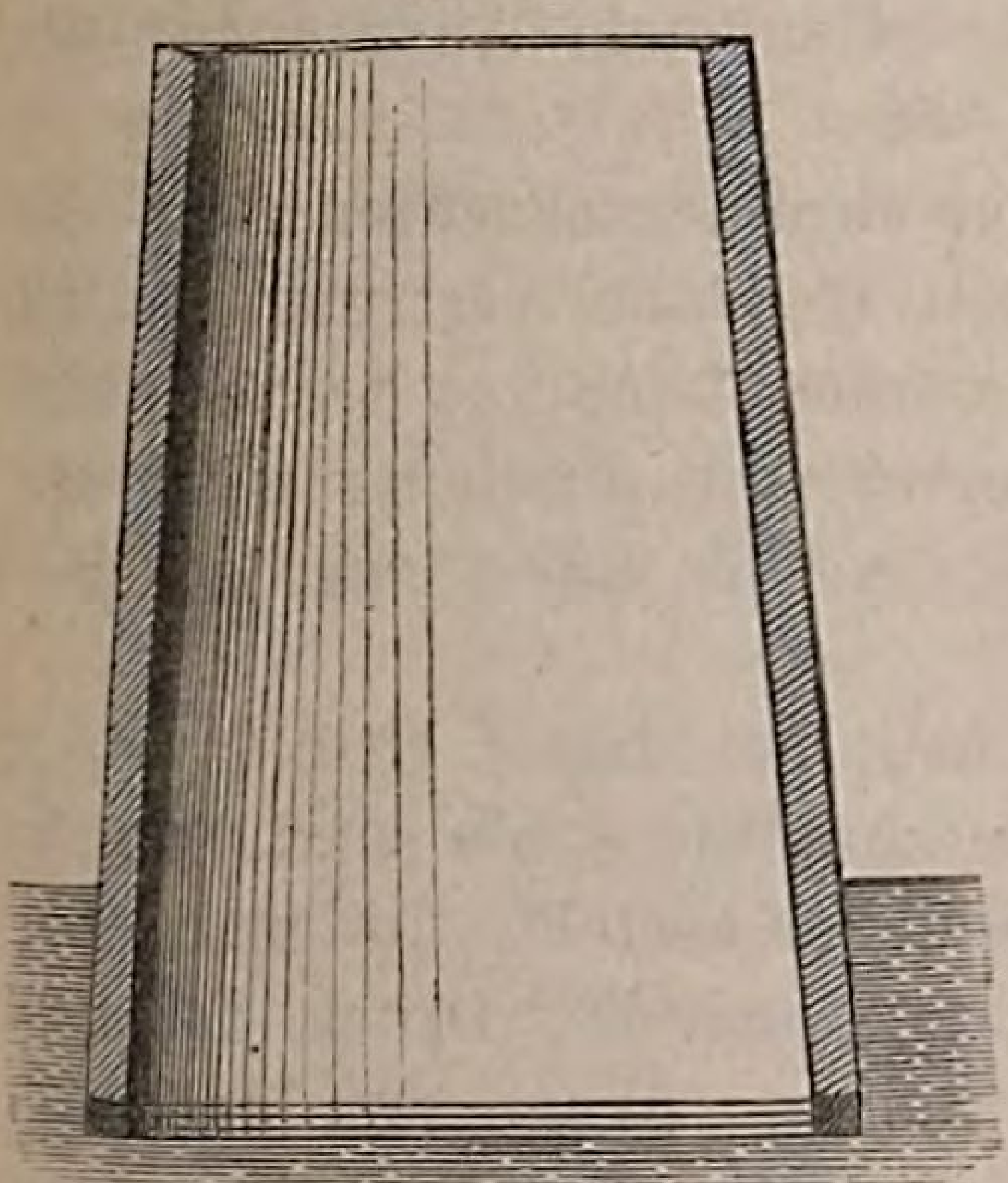


Bei dieser Anordnung, dass man die Verankerungen an den Aussenflächen der Mauern anlegt, können die Grundbogen ohne alle und jede Hindernisse vollständig und regelrecht ausgeführt werden. Dieses würde aber weniger der Fall sein, wenn man diese Verankerung aus einer einfachen Stange bestehend und zwar inmitten der Mauer herstellte, sodass demgemäss auch das Bogenmauerwerk von der Ankerstange durchschnitten würde. Die einfache Verankerung bietet auch keineswegs die Sicherheit, wie eine doppelte äusserlich der Mauer angebrachte Verankerung, welche ausserdem auch noch den grossen Vortheil bietet, dass bei einer vorkommenden Beschädigung die erforderliche Reparatur ohne grössere Schwierigkeit ausgeführt werden kann.

Das sämmtliche Grund- und Bogenmauerwerk muss übrigens ebenfalls mit stark hydraulischem Mörtel ausgeführt werden, welches bei dieser Fundirungsmethode um so notwendiger ist, weil man unter Anwendung von gewöhnlichem Steinkalkmörtel niemals ein gehörig solides Mauerwerk erhalten würde, indem der Mörtel unter der steten Einwirkung der Feuchtigkeit und der gänzlichen Entziehung der Einwirkung der Luft nicht allein nicht erhärten, sondern vielmehr zersetzt werden und so alle Bindekraft verlieren würde.

Die sofortige Entfernung der Lehrbogen gleich nach dem Schlusse der Gewölbebogen ist keineswegs zweckmässig, sondern darf dieselbe nur dann erst vorgenommen werden, wenn von den Seiten her ein genügender Gegendruck gebildet wird, wenn also die Hintermauerung der sämmtlichen Bogen in einer Mauer ausgeführt ist. Die horizontale Abgleichung der Mauer findet dann statt, wenn die sämmtlichen Lehrbogen weggenommen sind. Die dann sich zeigenden Risse und Sprünge im Bogenmauerwerk werden mit Gussmörtel ausgegossen, sodass vor Weiterführung der Mauern alle Fugen wieder vollständig ausgefüllt und geschlossen werden.

Figur 132.



Statt der bisher erwähnten zylinderförmigen Brunnenschachte hat man in neuerer Zeit mehrfach Brunnenschachte gesenkt, welche die Form eines abgestumpften Kegelmantels haben, deren untere Grundfläche also von grösserem Durchmesser ist, als die obere, wie in nebenstehender Figur 132 angedeutet ist.

Diese Art der Brunnenschachte hat jedenfalls sehr viele Vorzüge. Einmal ist die regelmässigere Senkung des Schachtes dadurch wesentlich erleichtert, wenn auch die Menge der herauszuschaffenden Erde erheblich grösser ist. Durch die Verengung des Schachtes nach oben werden diejenigen Hindernisse vollständig aufgehoben, welche bei den zylinderförmigen Brunnenschachten durch den Druck der gegenliegenden Erde hervorgerufen werden und wodurch bei Brunnen von grösserer Tiefe sogar ein Abtrennen des unteren Theils von dem oberen in der Art stattfinden kann, dass beim Tieferbohren des Brunnens der untere Theil sich tiefer senkt, dagegen der obere Theil derselben durch den von allen Seiten gegenwirkenden Erddruck ganz in der Schwebe gehalten wird. Bei diesen nach oben verengten Brunnenschachten kann solches aber nicht stattfinden, sondern die gegen drängende Erde wirkt eher dahin, den Schacht von oben her zu drücken und somit dessen Senkung zu fördern, als denselben in der oben bezeichneten Art aufzuhalten. Ein anderer sehr grosser Vortheil, der bei Anwendung solcher konischer Brunnenschachte zur Fundirung erreicht werden würde, besteht in der Vergrösserung der Pfeilerbasis, wodurch gleichzeitig die Stabilität des Pfeilers erheblich vergrössert werden würde.

Der Verfasser, welcher Gelegenheit hatte, mehrere solcher Brunnenschachte senken zu lassen, liess vor mehreren Jahren in einer Zuckerfabrik einen solchen Brunnen senken, welcher eine Tiefe von 7,81 Meter von der Oberfläche des umgebenden Terrains ab erhielt. Der untere Durchmesser des Brunnens betrug 4,91 Meter im Lichten und der obere 3,47 Meter. Der untere Holzkranz bestand aus 3 Lagen stark krumm gewachsener Hölzer von je 96 Millimeter Dicke, welche Lagen mit starken Nägeln und Schraubenbolzen fest mit einander verbunden waren. Dieser Holzkranz wurde so hergestellt, dass seine obere Ringfläche rechtwinkelig auf die Mantellinie traf. Der Mantel wurde 1 Stein (26 Zentimeter) stark mit Zementmörtel gemauert. Die Senkung des Schachtes ging ohne allen Unfall von Statten und nur an einer Stelle, etwa in der Mitte der Höhe, wurde der Mantel um etwa 36 Millimeter nach Innen gedrückt, welches aber, da das Mauerwerk mit durchaus vollen und dichten Fugen ausgeführt war, ohne allen weiteren Nachtheil blieb.

Was die Senkung solcher Brunnen betrifft, so ist es hierbei notwendig, dass mit dem Ausgraben in der Mitte des Brunnens begonnen wird und muss dann möglichst gleichmässig nach den Seiten hin hiermit fortgefahren werden. Unter dem Kranze selbst darf nicht ausgegraben werden, weil sonst leicht ein Durchbiegen erfolgen kann; durch das Gewicht des Mantels wird die noch stehende Erde nach Innen gedrängt. Bei einer anderen Gelegenheit sah der Verfasser, dass, da man beim Senken des Schachtes mehr an den Seiten und unter dem Kranze herum ausgrub, der Mantel sich, je nachdem mehr ausgegraben wurde, häufig nach einer Seite plötzlich um mehrere Zentimeter senkte, wo dagegen an der gegenüberliegenden Stelle der Schacht sich nicht weiter senkte, als bis auch hier tiefer ausgegraben war, welches aber auch zur Folge hatte, dass der Brunnenschacht nach vollendetem Ausgraben sehr erheblich aus der lothrechten Stellung gewichen war.

Wenngleich auch durch die Anwendung von Brunnenschachten, die als Grundpfeiler die Stelle des Fundaments zu einem Gebäude vertreten sollen, in manchen Fällen bedeutend an Kosten erspart werden kann, so treten dabei aber doch auch wieder sehr wichtige Umstände hervor, die durchaus nicht unberücksichtigt bleiben dürfen, wenigstens jedenfalls vorher einer ganz genauen Prüfung unterworfen werden müssen.

Zunächst ist wol zu berücksichtigen, dass man bei dieser Gründungsart die spätere Gebäudelast stets auf eine nur sehr beschränkte Sohle setzt, welche hier aus den Grundflächen der einzelnen Brunnenpfeiler besteht, die man aber sonst in allen Fällen immer zu vergrössern trachtet, um den Druck der Gebäudelast auf eine grössere Grundfläche zu vertheilen. Wenn nun auch die Erdschicht, bis zu welcher der Brunnen gesenkt wird, einen hinreichenden Widerstand gegen den vertikalen Druck der Gebäudelast leisten wird, so ist es dennoch immer sehr misslich, indem einmal nicht immer mit Sicherheit zu erreichen ist, dass der Schacht sich auf eine vollkommen wagerechte Grundfläche aufsetzt und es sich überhaupt auch nicht ermitteln lässt, ob solches der Fall ist oder nicht, und ferner ist es mit grossen Schwierigkeiten verbunden und unter Umständen auch nicht möglich, einen solchen Schacht bis zu einer grösseren Tiefe völlig lothrecht zu senken, namentlich wenn in der Tiefe Lehm oder Thon mit leicht beweglichem Sande und moorigen oder schlammigen Boden abwechselt. Diese Beschaffenheit der durchgegrabenen Erdschichten kann aber auch später um so nachtheiliger werden, je tiefer der Brunnen gesenkt werden muss, um den festen Grund zu erreichen, indem der spätere Widerstand, welchen der Grund oder Boden den einzelnen Pfeilern gegen Ausweichen entgegensetzt, nur sehr geringe anzunehmen ist und ferner auch dadurch der einzelne Pfeiler, wenn seine Höhe bedeutend ist, gegen Einknicken durchaus nicht gesichert wird.

Ebenso ist es auch immer sehr schwierig, den Schaft, wenn er gesenkt ist und bis zu einer grösseren Höhe im Innern mit Wasser angefüllt, vollkommen auszufüllen und zwar so, dass man denselben mit seiner Ausfüllung als einen aus einem einzigen Steine oder doch aus innig mit einander verbundenen Mauerwerk bestehenden Pfeiler betrachten kann. Bei der oben angedeuteten Methode der Ausfüllung mit Steinen und Mörtel kann selbstredend solches gar nicht angenommen werden; aber selbst auch, wenn man den Schacht bis zur Wasserhöhe mit Beton anfüllt, lässt sich solches nicht mit voller Sicherheit annehmen, indem beim Versenken des Beton sich gar leicht Ablagerungen von Kalkschleim bilden, wodurch aber ein Binden des

neu eingebrachten Beton mit dem schon vorher gesenkten sehr erschwert oder unter Umständen ganz verhindert wird. Wird der Beton in grösseren Massen und auf grösseren Flächen angewendet, als z. B. bei Brückenpfeilern oder durchstreckenden Fundamenten und dergleichen Anlagen, so kommen solche Ablagerungen zwar ebenfalls vor, man kann dieselben aber leichter beseitigen und ferner sind die dann noch bleibenden im Verhältniss zur ganzen Grundfläche stets nur kleinen Ablagerungen im Allgemeinen weniger gefährlich; dagegen bei einem Brunnenschacht, wo die Grundfläche im Verhältniss zur Höhe meistens nur gering ist, und wo die Festigkeit des Pfeilers hauptsächlich nur von der soliden Herstellung und vollständigen dichten Ausfüllung des Schachtes abhängt, kommt dieses in einem hohen Grade in Betracht, und zwar noch um so mehr, da ein jeder einzelner Pfeiler nicht allein eine verhältnissmässig sehr grosse Last zu tragen erhält, sondern auch ausserdem noch einem sehr bedeutenden Seitenschube, von den Grundmauerbogen herrührend, widerstehen muss. Es ist daher immer ein sehr gewagtes Unternehmen, eine solche Gründung bei grösseren schweren Gebäuden und bei solchen, die ausser ihrer eigenen Last noch bedeutende andere Lasten zu tragen erhalten, anzuwenden. Bei geringeren und solchen Gebäuden, die nicht weiter belastet werden und überhaupt so situirt sind, dass sie nicht vorherrschenden Sturmwinden sehr exponirt sind, kann man eine solche Gründung auf Brunnenpfeiler wol anwenden und dann auch nur bis zu einer Tiefe von höchstens 7 bis 8 Meter, indem schon über diese Tiefe hinaus und selbst auf bis zu dieser Tiefe die Stabilität der Pfeiler nicht mehr in der Art anzunehmen ist, wie es bei Aufführungen von grösseren Gebäuden notwendig vorausgesetzt werden muss.

Es ist zwar in neuerer Zeit mehrfach behauptet worden, dass eine solche Gründung auf Brunnenpfeilern bis zu einer noch bedeutenderen Tiefe anwendbar und ausführbar sei; allein die Erfahrung hat die Gefährlichkeit einer solchen Gründungsweise hinreichend gezeigt. Auch ist jedem praktischen Baumeister zur Genüge bekannt, dass das lothrechte Senken des Brunnenschachtes selbst grosse Schwierigkeiten hat und dieses keineswegs immer mit der erforderlichen Regelmässigkeit auszuführen ist und namentlich nicht, wenn die Tiefe, bis zu welcher der Brunnenschacht gesenkt werden soll, bedeutend ist. Bei Senkung tieferer Brunnen hat sich mehrfach ergeben, das beim weiteren Ausbohren des Schachtes der untere Theil des Mantels sich plötzlich um mehrere Fuss senkte, wo dagegen der obere Theil desselben durch den bedeutenden Druck der gegenliegenden Erde festgehalten wurde und dieser Theil dann erst durch möglichst tiefes Ausgraben der äusseren umgebenden Erde und durch bedeutende Belastung desselben zum Nachsenken gebracht werden konnte. Bei einem intendirten Kirchenbau, wo der Thurm auf acht solcher Brunnenpfeiler fundirt werden sollte, und wo die einzelnen Brunnen bis zu einer Tiefe von etwa 14,46 Meter gesenkt werden mussten, um die tragfähige Sandschicht zu erreichen, musste man, wenngleich die Brunnen zum grössten Theil schon bis zu einer erheblichen Tiefe gesenkt waren, den Weiterbau aufgeben, weil sich schon hierbei solche Unregelmässigkeiten zeigten, die beim Aufbau des Thurms für denselben im höchsten Grade gefährlich geworden wären, und hatte man mit den einzelnen Brunnen noch keineswegs die feste Sandschicht erreicht.

Derartige Unregelmässigkeiten lassen sich aber bei einer grösseren Tiefe des Brunnens und in quellenreichen Boden gar nicht wieder verbessern und ebenso ist auch ein daraus entstehendes Verschieben des einen oder anderen Theils des Brunnenschachtes in den Fugen gar nicht zu verhindern. Aber

auch abgesehen hiervon, so bietet doch die Ausmauerung des Brunnenschachtes bis zu einer grösseren Tiefe schon so erhebliche Schwierigkeiten, dass man durchaus nicht annehmen kann, auf diese Weise noch eine gehörig dichte und innig verbundene Ausmauerung des Schachtes zu erhalten, die aber um so mehr erforderlich wird, je bedeutender die Tiefe des Brunnens ist, damit der Brunnenpfeiler bei dem geringen Durchmesser im Verhältniss zu der bedeutenden Höhe gegen Einknicken oder auch gegen Abrutschen oder Ausdrängen des Pfeilers mehr gesichert werde.

Ein Umstand, der mit der Gründung auf Brunnenpfeilern verbunden ist und der sehr nachtheilig werden kann, ist der, dass wenn die Brunnen unmittelbar an der Grenze des aufzuführenden Gebäudes gesenkt werden und nur so gesenkt werden können, dass dann die Mauerlast nicht auf die Mitte der Brunnenpfeiler trifft. Hierdurch erleidet der Pfeiler schon von vorn herein einen ungleichen Druck, welches für die Folge sehr leicht gefährlich werden kann. Aber trotz dieses nachtheiligen Umstandes wird doch sehr häufig keinerlei Rücksicht darauf genommen.

Wie leicht gefährlich übrigens die Gründung auf Brunnenpfeilern für ein darüber aufgeführtes Gebäude werden kann, hat sich schon bei mehreren Gelegenheiten gezeigt, und hatte man namentlich ein sehr bezeichnendes Beispiel bei einem Gebäude in der Louisenstadt in Berlin. Unter diesem Gebäude waren die Brunnenpfeiler ausgewichen und in Folge dessen die Grundbogen gebrochen. Es musste aber dennoch, nachdem man vielfache und kostbare Versuche gemacht hatte, die schadhaften Fundamente durch Einbringen von Balkenrosten zu verstärken und wieder zu verbinden, das Gebäude ganz abgetragen werden.

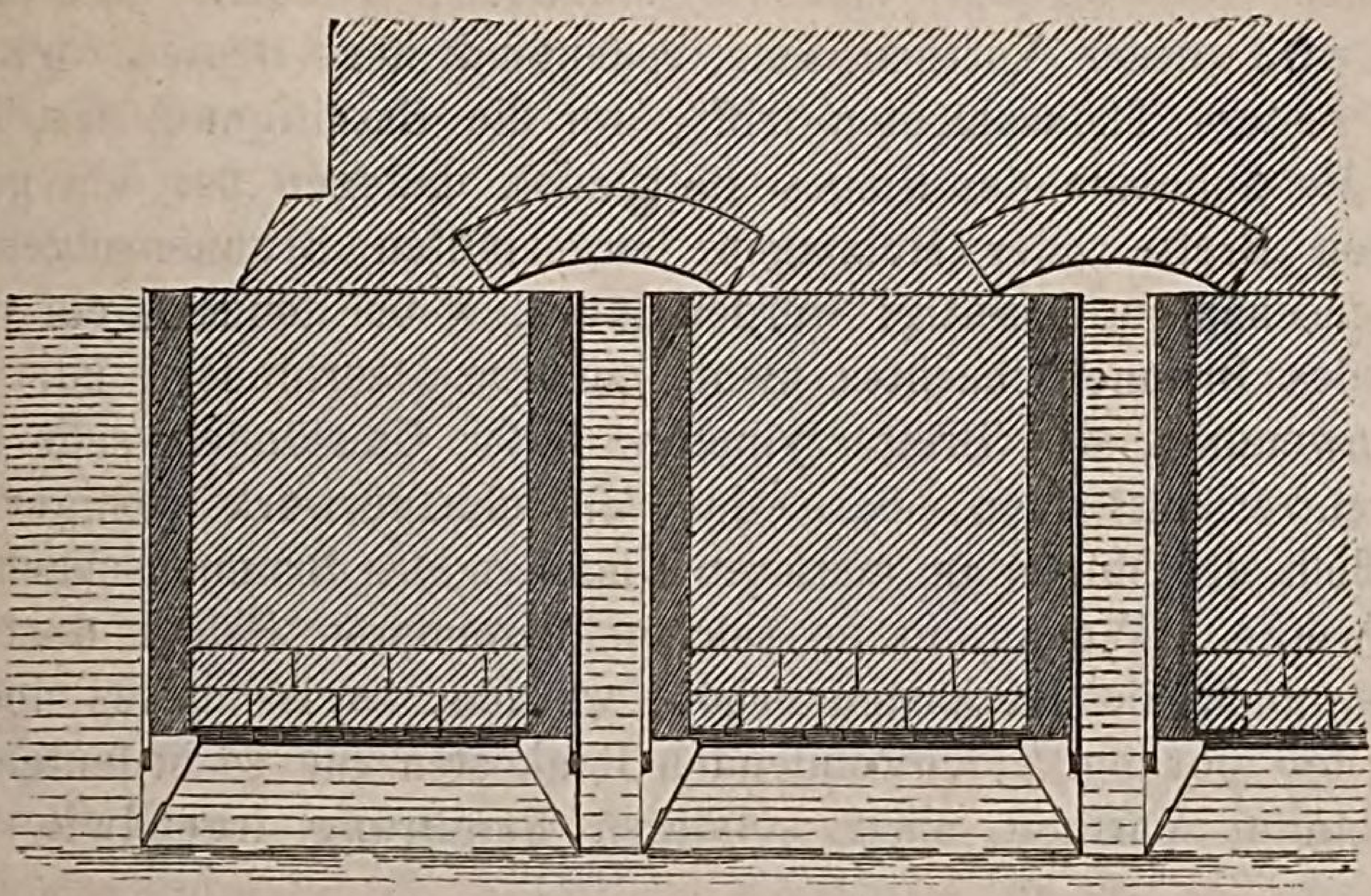
Zum Schluss soll hier noch ein Beispiel angeführt werden, wo man zur Gründung einer Einfassungsmauer eines Hafenbassins sich ebenfalls der ausgemauerten Brunnen bediente [1]).

Bei der Gründung der Einfassungsmauer eines Hafenbassins bei der Insel St. Giorgio in Venedig, welches Bassin eine Tiefe von 5,25 Meter erhalten sollte, ergaben sich solche Schwierigkeiten, dass man dieselbe in der gewöhnlichen Weise mit Pfahlrosten ohne Anwendung bedeutender und kostbarer Fangdämme nicht hätte ausführen können; ausserdem hatte man noch andere Umstände lokaler Natur zu berücksichtigen, welche genügend Veranlassung gaben, eine andere leichter auszuführende Gründungsmethode hier anzuwenden, und entschloss man sich daher zur Gründung auf versenkten Brunnen. Es wurden zu diesem Ende an der Stelle, wo die Brunnen jedesmal versenkt werden sollten, kleine Verschläge oder eine Art leichter Fangdämme angelegt und in jedem derselben nur soviel Raum eingeschlossen, als ein Brunnen, welchem man 3 Meter Durchmesser geben wollte, bedurfte. Innerhalb eines solchen Fangdammes wurde der Boden möglichst tief ausgegraben und sobald man dann den inneren Raum durch Ausschöpfen trocken gelegt hatte, wurde der aus keilförmigen Hölzern von hartem Holze gefertigte Brunnenring gelegt. Die Keile, woraus dieser Brunnenring zusammen gesetzt wurde, waren dicht aneinander gefugt und hatten dieselben jeder eine Länge von 0,80 Meter und eine Dicke von etwa 0,40 Meter. Ausserhalb am oberen Rande erhielten dieselben einen Falz von 0,05 Meter hoch und breit, um in denselben einen zylindrischen Kasten, in welchem der Brunnen gemauert werden sollte und der aus starken Brettern von Lerchenbaumholz hergestellt wurde, einstellen zu können. Dieser Brunnenring wurde mittelst eines umgelegten starken eisernen Ringes oben zusammen gehalten; die untere zugeschärfte Kante wurde mit Eisen beschuhet. Siehe die nachstehende Figur 133.

Sobald der untere Ring in den Boden eingedrungen war, wurden die oben erwähnten Bretter, welche vorher an den Kanten genau passend bestossen waren, aufgesetzt, mit eisernen Reifen wasserdicht zusammen gezogen und so

[1]) Allgemeine Bauzeitung 1839.

Figur 133.



der äussere Mantel des Brunnenzylinders zu Stande gebracht, zu dessen innerer Ummauerung dann unverzüglich geschritten wurde. Die hierzu verwendeten Ziegelsteine waren keilförmig und 0,27 Meter lang. An den darunter liegenden keilförmigen Hölzern, aus welchen der Brunnenring zusammen gesetzt war, liessen sie einen Vorsprung von 0,05 Meter, auf welchen, nachdem der Brunnen bis zur gehörigen Tiefe gesenkt war, ein Deckel aus Brettern gelegt wurde, wovon noch weiter die Rede ist.

Durch Ausgraben im Innern des gemauerten Schachtes und unter dem Gewichte desselben suchte man den Schacht bis zur erforderlichen Tiefe, 6 Meter unter dem Wasserspiegel des Meeres zu senken und richtete man hierbei namentlich ein Hauptaugenmerk darauf, dass die Versenkung des Schachtes immer möglichst wagerecht erfolgte, damit derselbe nach seiner Höhe nicht aus der lothrechten Richtung weiche. Wo es erforderlich schien, wurde der Brunnenkasten noch mit grossen Steinen beschwert, um die Senkung zu fördern und zu reguliren.

Nachdem dann der an seinem Umfange ausgemauerte Brunnenzylinder bis zu der erforderlichen Tiefe von 6 Meter gesenkt war, wurde der untere Brunnen- oder Fundamentring bis zu seiner Oberkante mit gutem Erdreich und Schutt ausgefüllt und festgerammt. Hierauf wurde ein aus doppelten Brettern zusammengesetzter Deckel, dessen Durchmesser nur wenige Linien kleiner war als die lichte Weite der Brunnenmauerung mit einigen Schichten lagerhafter Sandsteine, welche in Puzzolanmörtel gelegt wurden, beschwert und an Tauen dergestalt auf den Fundamentring hinabgelassen, dass er auf den oben erwähnten Vorsprung von 0,05 Meter Breite zu liegen kam und, nachdem die Zwischenräume völlig ausgefüllt waren, verhinderte, dass das Grundwasser im Innern des Brunnens aufstieg. Hiernach war man im Stande, den ganzen Brunnen mit Ziegelsteinen in Puzzolanmörtel vollständig in Verband und dicht auszumauern und wagerecht abzugleichen. Auf diese Art wurden auf der ganzen Länge der Quaimauer in gewissen Entfernungen dergleichen Brunnen gesenkt. Je zwei und zwei wurden dann mittelst gemauerter Bogen mit einander verbunden und darüber dann die Bassinmauer weiter aufgeführt. Die ganze Länge der in dieser Art fundirten Mauer betrug 262 Meter.

Gewöhnlich werden die unteren Brunnenringe oder Holzkränze, wie auch weiter oben angeführt worden, aus zwei oder drei aufeinander genagelten oder befestigten Holzlagen angefertigt; es ist aber nicht zu verkennen, dass die hier eben vorher erwähnte Anordnung des Brunnenringes aus keilförmig zugeschärften Hölzern jedenfalls vortheilhafter ist, indem dadurch nicht allein das Senken des Schachtes erleichtert wird, sondern überhaupt auch ein regelmässigeres Senken des Schachtes erlangt werden kann, weil beim Ausgraben durch die untere Schneide des Ringes die etwa sich vorfindenden Hindernisse,

mit Ausnahme von Steinen und Holzstämmen, leichter beseitigt werden. Namentlich wird dieser Vortheil sehr bedeutend hervortreten, wenn man im Grunde auf festere Thonschichten trifft, wo die Beseitigung des Thons dann hier durch die Schneide des Ringes stattfindet, dagegen bei den gewöhnlichen aus mehreren Brett- oder Holzlagen hergestellten Brunnenringen der Thon mittelst Stechschaufeln beseitigt werden muss, wobei dennoch ein vollständiges Aufhängen des Brunnenschachtes nicht immer zu verhindern ist. Ebenso ist auch die Anwendung des Bretterzylinders unter Umständen sehr vortheilhaft, denn dadurch erlangt man, dass das Mantelmauerwerk weniger beschädigt und namentlich der Mörtel am äusseren Umfange des Brunnenschachtes weniger ausgespült werde. Wenn nun in solchen besonderen Fällen durch derartige Anordnungen auch die Baukosten erhöht werden, so ist dieses doch im Verhältniss zu den übrigen aufzuwendenden Baukosten nie so bedeutend, dass der dadurch erlangte Vortheil einer solideren Fundirung irgendwie aufgewogen würde.

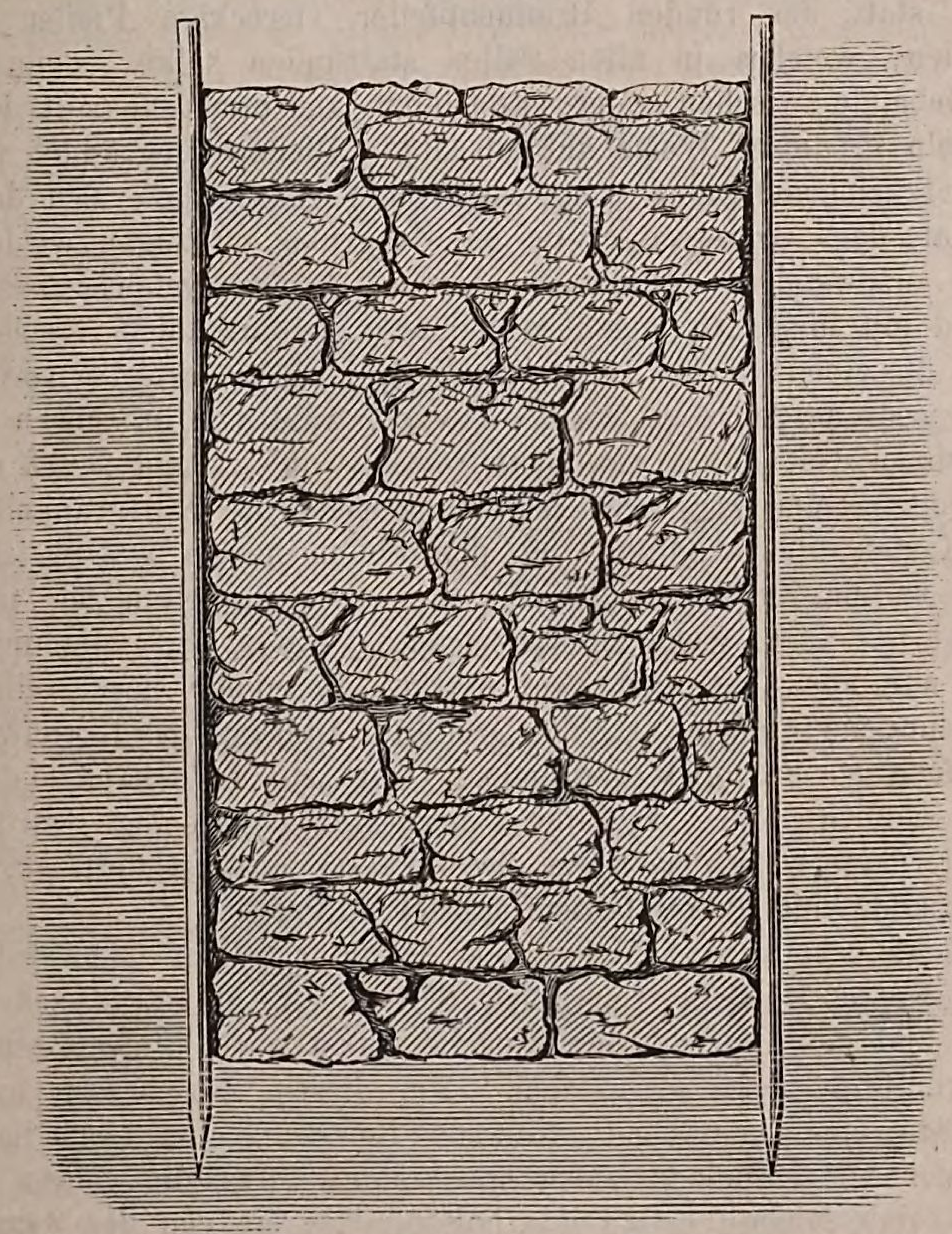
Nicht selten findet man die Einfassungen von Brunnen, wenn diese als Wasserreservoire zum Sammeln des Quellwassers dienen sollen, aus hölzernen Kübeln ohne Boden oder auch wol aus gewöhnlichen Tonnen ohne Boden bestehend, hergestellt. Wenn nun dieselben auch im Allgemeinen für eine Zeit lang ihren Zweck erfüllen, so ist es aber dennoch auch in diesem Falle immer vorzuziehen, wenn die Einrichtung nicht nur für sehr kurze Zeit dienen soll, den Brunnenmantel aus Mauerwerk oder besser noch aus Sandstein herzustellen, indem die aus solchem Material hergestellten Brunnen einmal eine längere Dauer als solche von Holz haben und ferner auch das sich darin sammelnde Wasser weniger verunreinigt wird.

Eine andere Gründungsmethode, die mit der vorhergehenden in mancher Beziehung Aehnlichkeit hat, besteht in Folgendem.

Man rammt nämlich, nachdem der Grund zu einem Pfeiler bis auf das Grundwasser ausgegraben ist, Spund- oder Stockwände ein, welche einen Raum von der Grösse des aufzuführenden Pfeilers einschliessen. Zu diesem Einrammen bedient man sich gewöhnlich nur der Handramme, welche auch vollkommen ausreicht, da man bei dieser Methode zu gründen überall nicht bis zu einer grösseren Tiefe hinabgehen kann. Ist der Raum völlig umschlossen, so wird aus demselben die Erde ausgegraben und die Sohle bis auf den festen Grund gesenkt. Die Spundwände werden, wenn es erforderlich ist, auch während des Ausgrabens noch tiefer eingerammt. Dass diese Umschliessung der Baugrube nur unregelmässig ausgeführt werden kann, liegt auf der Hand und hat sie auch weiter keinen Zweck, als während der Aufmauerung der Grundpfeiler die Erde zu stützen und die Baugrube frei zu halten. Das während des Ausgrabens zudringende Grundwasser wird entweder mittelst Handeimern oder mittelst Pumpen ausgeschöpft. Hat man die feste Erdschicht erreicht, so wird der Raum mit Mauerwerk ausgefüllt, welches entweder aus unregelmässigen Bruchsteinen oder aus Ziegelsteinen in gewöhnlichem Kalkmörtel oder auch in hydraulischem Mörtel vermauert, besteht. Diese Ausmauerung kann aber nur dann regelmässig ausgeführt werden, wenn die Baugrube wasserleer ist. Dieses kommt aber in den seltensten Fällen vor und falls es stattfindet, ist das Umschliessen mit einer Spundwand vollständig überflüssig. Gewöhnlich findet der Andrang des Grundwassers aber nicht allein von unten her, sondern auch wegen der Undichtigkeit der Umschliessung der Baugrube von den Seiten her statt, und zwar meistens um so stärker, je mehr das in

der Grube sich ansammelnde Wasser fortgeschafft wird. Hierdurch wird aber nicht allein die untere feste Erdschicht bedeutend gelockert, sondern es werden auch bei der Undichtigkeit der Spundwände viele Erdtheilchen in die Baugrube zugeführt, die sich mit dem Mörtel vermengen und dessen Bindekraft dadurch jedenfalls wieder sehr beeinträchtigen. Um diesen Nachtheilen vorzubeugen, muss man daher wenigstens die unteren Schichten im Wasser vermauern, wodurch aber auch nur sehr mangelhaftes Mauerwerk wieder erhalten wird. Ein regelmässiges im vollen Mörtel ausgeführtes Mauerwerk kann nur dann erst erhalten werden, wenn der Pfeiler bis über den Stand des Grundwassers aufgeführt ist. Soll während des Ausmauerns des tieferen Theils des Pfeilers das Grundwasser ausgepumpt werden, so entfernt man damit gleichzeitig auch den Kalk und es bleibt grösstentheils nur der Sand, welcher dem Kalke beigemengt war, zurück, welcher aber keine weitere Bindekraft hat und ferner in so geringer Menge zurückbleibt, dass auch die einzelnen Steine ihre Lagerfugen verlieren und dadurch wackelich werden. Die in der einen oder der anderen Weise aufgeführten Pfeiler bilden dann die Fundamentpfeiler, auf welchen die Grundbogen anfangen, worüber die spätere Gebäudelast aufgeführt werden soll. In nachstehender Figur 134 ist die Konstruktion eines solchen Pfeilers näher dargestellt.

Figur 134.



Was diese Gründung betrifft, so treten dabei die oben bei Gründung auf Brunnenpfeilern erwähnten Nachtheile nicht allein sämmtlich, sondern noch

in erhöhtem Maasse hervor. Es ist nicht allein, dass, wie schon oben erwähnt, die im Wasser zu vermauernden Schichten ohne Verband hergestellt werden, sondern es wird auch der Mörtel ausgewaschen und bietet derselbe dann keine Sicherheit und nicht einmal so viel Sicherheit, als wenn man die Zwischenräume zwischen den Steinen vollständig mit Sand ausfüllte. Auch lässt sich das Mauerwerk schwerlich in vollständig wagerechter Schichtung ausführen, welches aber um so notwendiger ist, damit jeder Umstand, welcher zu einer seitlichen Bewegung oder Abrutschung des Pfeilers auf irgend einer Lagerfuge Veranlassung geben könnte, vermieden wird. Ueberhaupt lässt sich auch diese Gründung, wenn das Grundwasser eintritt, nicht bis zu einer grösseren Tiefe anwenden, weil die Spundwände das Durchdringen des Wassers, sowie der seitwärts gegenliegenden Erde nicht verhindern. Aber auch dann, wenn man das Grundwasser in der Baugrube aufsteigen liesse, ohne dasselbe auszuschöpfen, und wollte durch Ausbaggern die loseren Erdschichten bis auf die festere Sandschicht beseitigen und hierauf dann ein Betonlager herstellen, würde man noch immer wenig Sicherheit mehr erlangen, weil die Betonsohle doch immer im Verhältniss zu der späteren Last eine zu geringe Ausdehnung erhalten würde. Diese erwähnte Art der Fundirung ist daher jedenfalls verwerflich und namentlich, wenn die einzelnen Pfeiler aus einer Packung von Bruchsteinen hergestellt werden.

Wenn statt der runden Brunnenpfeiler viereckige Pfeiler angewendet werden sollen, welches in allen Fällen stattfinden sollte, wenn ein aufzuführendes Gebäude zwischen anderen Gebäuden und unmittelbar an den nachbarlichen Giebeln in dieser Weise auf gesenkten Pfeilern gegründet werden soll, so ist es vorzuziehen, zumal wenn man im Voraus schon sich darüber vergewissert hat, dass Grundwasser in der Baugrube aufsteigen wird, viereckige Senkkasten anzuwenden. Diese Senkkasten werden gehörig zusammen gezimmert und mit dicht zusammen gespundeten Seitenwänden versehen; alsdann bringt man dieselben an die vorher bestimmte Stelle, welche vorher bis auf das Grundwasser aufgegraben wird. Hierauf gräbt man im Innern des Kastens die Erde aus, soweit dieses das Grundwasser zulässt, und senkt sie alsdann, wie dieses oben beim Versenken der Brunnenschachte näher angeführt wurde. Da diese Kasten gleich anfangs an den Seiten herum wasserdicht gemacht werden, so ist ein Zudringen des Wassers von den Seiten her nicht zu befürchten und hat man, wenn sie tief genug gesenkt sind, die unterste Lage im Kasten nur aus einer genügend starken Betonlage herzustellen, welche, wenn sie genügend erhärtet ist, den weiteren Andrang des Grundwassers aufhebt oder doch so erheblich vermindert, dass ein Ausschöpfen des Wassers im Kasten möglich wird. Auf diese hergestellte Betonlage wird dann das übrige Pfeilermauerwerk, nachdem das Wasser ausgeschöpft ist, im regelrechten Verbande mit hydraulischem Mörtel aufgeführt.

Eine sehr erhebliche Schwierigkeit verursacht hier aber jedenfalls das Senken der Kasten, indem von allen Seiten her die Erde sehr bedeutend gegenpresst und das Gewicht des Kastens selbst nicht schwer genug ist, um dadurch heruntergedrückt zu werden. Um dieses nun besser zu erreichen, muss man mit einer genügend schweren Belastung von oben her zu Hilfe kommen. Vor allen Dingen ist es aber dann notwendig, dass die Wände des Kastens eine solche Festigkeit erhalten, dass sie von der Seite her nicht eingedrückt werden können. Dieses lässt sich aber ausserdem noch dadurch verhindern, dass man während des Senkens im Innern des Kastens noch Ab-

stützungen anbringt, die aber, wenn der Kasten tief genug gesenkt ist und die Ausmauerung desselben nach und nach höher geführt wird, wieder beseitigt werden. Diese Arbeit ist aber dennoch immer sehr schwierig und lässt sich bei grösseren Tiefen schwerlich zur Anwendung bringen, weil man die hölzernen Kasten nicht wol in der dann erforderlichen Stärke genügend herstellen kann und muss man daher, um in solchem Falle die viereckigen Kasten anwenden zu können, diese von Eisen herstellen.

Am Schluss dieses Paragraphen soll noch ein Beispiel einer Gründung auf einzelnen Pfeilern bis zu einer sehr erheblichen Tiefe angeführt werden, welches in der Zeitschrift für praktische Baukunst 1874 näher beschrieben ist. Es heisst daselbst:

Bei dem Bau einer neuen Apotheke in der Neustadt von Stettin zeigte sich nach gehöriger Untersuchung der feste Baugrund erst in einer Tiefe von 12,55 bis 13,81 Meter vom Strassenpflaster ab gerechnet und traf die Baustelle mitten in dem Stadt-Hauptgraben. Der aufgefüllte Boden bestand aus abwechselnden Schichten von losem Sande, Schutt und Erde. Derselbe war nicht zum Bauen geeignet. Man hatte die Baugrube bis zu einer Tiefe von etwa 6,27 Meter ausgraben lassen; ein weiteres Ausgraben der Baustelle war aber nicht thunlich, weil dadurch die in der Nähe befindlichen Gebäude zum Einsturz gekommen wären und entschloss man sich daher, von hieraus mit einzelnen Pfeilern bis auf den festen Baugrund hinabzugehen.

Es wurden zu dem Ende die Pfeiler genau eingetheilt und die Erde aus den einzelnen Gruben mittelst sogenannter Brunnenschachte herausgeschafft. Zum Abstützen der Erde wurden 3,13 Meter lange, 31 Zentimeter breite und 10 Zentimeter dicke Planken geschnitten und dieselben an den Ecken ausgekleidet.

Nach Ausgraben eines Theils der Erde wurden diese Hölzer in die Gruben im Quadrat eingetrieben, festgekeilt und mit dem ferneren Ausheben der Erde fortgefahren. Demnächst wurden neue Hölzer unter die ersteren in derselben Art eingebaut und so die Arbeit gefördert, bis der gewachsene feste Boden in einer Tiefe von etwa 13,81 Meter angetroffen wurde.

Hierauf wurden die einzelnen Pfeiler bis zur Höhe des ausgegrabenen Planums mit den nötigen Absätzen aufgeführt, das Material mittelst Kübeln in die Baugrube hinunter gelassen, das eingebaute Holz, nachdem ein Theil des Pfeilers fertig, wieder herausgenommen und der Zwischenraum zwischen Mauerwerk und Erde mit Boden wieder festgestampft. Die Stellung der einzelnen Pfeiler wurde nach den Grundrissen durch die Lage der oberen Räumlichkeiten bedingt und waren zum ganzen Gebäude 46 Pfeiler erforderlich. Nachdem sämmtliche Pfeiler bis zur Höhe von etwa 6,27 Meter von der Sohle des ausgegrabenen Planums aufgeführt waren, wurden dieselben durch genügend starke Mauerbogen nach Lage der oberen Wände mit einander verbunden, wo es nötig schien, mit eisernen Ankern verstärkt und dann mit dem Oberbau in gewöhnlicher Art fortgefahren.

Der durch die herausgehobene Erde gewonnene Raum bis zu 6,27 Meter Tiefe wurde zu zwei Kellern über einander benutzt. Der untere Keller wurde zum Theil als Eiskeller eingerichtet.

Es ist hier übrigens zu bemerken, dass die Ausführung der Fundirung in der beschriebenen Weise nur dadurch ermöglicht wurde, dass man nicht Grundwasser zu beseitigen hatte.

§ 44. Allgemeine Schlussbemerkungen und einige besondere Fälle.

In den vorhergehenden Paragraphen dieses Abschnittes wurden die verschiedenen Fundirungsarten, jede für sich einzeln, behandelt und das Nötige darüber angeführt. In der Ausführung treten aber nicht selten Fälle ein, wo man gezwungen ist, bei einem und demselben Bau verschiedene Gründungsmethoden anzuwenden, wobei aber dann stets mit der grössten Vorsicht ver-

fahren werden muss und namentlich bei den Verbindungsstellen der verschieden fundirten Mauern. Ebenso kommt es sehr häufig vor, dass neu aufzuführende Mauern gegen alte vorhandene stossend fundirt und alsdann später mit diesen verbunden werden sollen. Auch trifft es sich nicht selten, dass beim Abbruch alter Gebäude ein Theil der alten vorhandenen Fundamente wieder benutzt werden sollen und mit diesen dann die neu aufgeführten Fundamente verbunden und ausgeglichen und dieselben hierauf sämmtlich zum Höherbau benutzt werden müssen. Dieser letztere Fall ist immer mit der grössten Vorsicht zu behandeln, denn die alten Fundamente können in ihrem früheren vollen Zusammenhang fest genug gewesen sein, um der früheren Lasteinwirkung genügend widerstehen zu können, zumal auch die früheren darüber aufgeführt gewesenen Mauern einen innigen Zusammenhang gehabt hatten. Dieses hört aber in denjenigen Fällen, wenn der Grund nicht zu den festen Baugründen gehört, meistens auf, sobald die Fundamente theilweise beseitigt werden oder auch, wenn dieselben später eine grössere und ungleiche Belastung erhalten. In solchem Falle muss man stets mit der grössten Vorsicht zu Werke gehen und sich zu der Gründungsmethode entschliessen, welche den Umständen nach am angemessensten ist und am meisten Sicherheit zu bieten scheint. Es lassen sich hierüber keine bestimmten Regeln vorschreiben, weil die vorkommenden Umstände zu verschiedenartig sein können, wol aber lässt sich als Regel vorschreiben, dass, da diejenigen Stellen, an welchen die neu hergestellten Fundirungen mit den alten zusammentreffen, immer weniger Widerstand leisten, weil die geschlossen gewesene Lage des Bodens an dieser Stelle unter den alten Fundamenten durch die Herstellung der neuen Fundirung mehr oder weniger gelockert wird, hier die Fundamente stumpf gegen einander stossend aufgeführt werden müssen; beim Höherbau ist alsdann ein starker Mauerbogen herzustellen, dessen beide Widerlager um 1 Meter von der Verbindungsstelle des alten und neuen Fundaments entfernt sind. Ferner ist, um binnen kurzer Zeit einen festen innigen Zusammenhang in der neu aufzuführenden Mauer zu erhalten, wodurch ein theilweises Senken derselben sehr erheblich verhindert wird, das sämmtliche Grundmauerwerk in starkem hydraulischem Mörtel zu vermauern.

Nicht selten werden auch nach Abbruch alter Gebäude die vorhandenen alten Fundamente in ihrer vorgefundenen Beschaffenheit wieder zum Auf- und Höherbau benutzt. Eine solche Benutzung kann aber nicht selten zum grössten Nachtheil für das später aufzuführende Gebäude werden; denn erstlich findet nicht immer die gleiche Vertheilung der Last über die Fundamente wie früher statt; ferner aber, was in diesem Falle jedenfalls eine Hauptursache ungleicher Senkungen werden kann, haben die neu aufgeführten Mauern nicht gleich den festen inneren Zusammenhang, welchen die alten Mauern hatten, indem der Mörtel in den Fugen noch nicht erhärtet ist, sodass die Mauern den einzelnen Lasteinwirkungen im Ganzen oder auch in grösseren Flächen nicht genügend widerstehen können. In solchen Fällen darf man daher nicht immer die Fundamente aufs Gerathewol wieder benutzen, zumal nicht, wenn der Grund künstlich befestigt war, wenn auch die Fundamente bis dahin genügend stark sich erwiesen hatten, sondern es ist zunächst zu untersuchen, ob der Grund überall eine solche Festigkeit hat, dass er stärkeren und dabei vielleicht ungleichen Eindrücken, als bis dahin stattgefunden, wird widerstehen können. Hierüber lassen sich aber keine Regeln angeben, sondern hängt dieses wesentlich nur von dem einsichtigen Ermessen des Baumeisters ab, welche An-

ordnungen zu treffen sind. War der Grund ohne weitere künstliche Befestigung benutzt gewesen und zählt derselbe überhaupt zu den festen Baugründen, so ist eine weitere Untersuchung und Prüfung nicht erforderlich und kann dann nur in Frage kommen, ob eine Verbreiterung der Fundamente sich als zweckmässig erweist.

Man findet übrigens bei älteren Gebäuden nicht selten, dass, wenn auch der Boden aufgeschüttet gewesen, die Fundamente dennoch ganz fehlen und, wie dieses schon oben bei Beschreibung des Schwellenrostes erwähnt worden, man sich damit begnügt hat, nach Feststampfen der Erde als unterste Lage entweder eine Lage starker Bretter oder eine Lage aus Schiefersteinen oder sonstigen Steinplatten anzuordnen, welche die Breite der Mauern hatten und worauf dann die Kellermauern gleich in ihrer bestimmten Stärke aufgeführt wurden, ohne dass die Unterlage breiter und einige oder mehrere Schichten weiter vortretend zur Verbreiterung der Grundmauerfundamente hergestellt wären. In manchen Fällen findet man die in solcher Weise fundirten Gebäude sogar ohne Risse, welches aber wol hauptsächlich seinen Grund darin haben kann, dass die Gebäude sehr langsam aufgeführt wurden und der Mörtel in den Mauern Zeit hatte, eine gewisse Konsistenz zu erhalten, sodass die Mauern innere Festigkeit genug erlangten, den Lasteindrücken, welchen sie nach und nach durch langsames Höherführen des Gebäudes ausgesetzt wurden, genügend widerstehen zu können.

Aber auch in neuerer Zeit hat man diese Art der Fundirung angewendet, jedoch mit dem Unterschiede, dass man die Fundamente erheblich verbreiterte und dadurch die tragende Grundfläche vergrösserte. Ein hierauf bezügliches Beispiel neuerer Zeit, welches in der Stettiner Neustadt auf einem etwa 12,55 Meter tief aufgeschütteten Boden aufgeführt wurde, wird in der Zeitschrift für praktische Baukunst 1861 näher beschrieben. Es heisst daselbst:

Das fünf Stockwerke hohe massiv aufzuführende Gebäude musste hier in verschiedener Weise fundirt werden, weil man zur Ersparung der Baukosten die Gründung bis zu 12,55 Meter Tiefe nicht weiter anwenden wollte, als wo es durchaus erforderlich war. Es wurden demnach nur die beiden Seitengiebel, welche unmittelbar an benachbarte Erben grenzten, auf bis zu dem festen Grunde gesenkte Pfeiler gegründet, dagegen wurden die Frontmauern und inneren Mauern erheblich weniger tief fundirt und verwendete man bei diesen Mauern zur untersten Lage 31 Zentimeter dicke Granitplatten. Unter den äusseren Mauern wurde die Breite dieser Platten zu 1,88 Meter und unter den mittleren Hauptwänden zu 1,56 Meter bestimmt. Diese Platten, welche man in möglichst grossen Längen zu erhalten suchte, wurden fest im Sande verlegt. An den Hauptecken des Gebäudes und gegen die Hauptmittelmauern wurden nach Aussen in derselben Tiefe noch 1,88 Meter breite Platten zu Strebepfeilern mit Verband in den Hauptmauern gegen gelegt, um diesen Theilen des Gebäudes mehr Stütze zu geben. Auf diese so gestreckten Granitplatten wurde nun das Mauerwerk der untersten Schicht von Mauerziegeln in Kalkmörtel zuerst in gleicher Stärke mit den Platten, dann in regelmässigen Abtreppungen auf 0,94 Meter Höhe bis zur Stärke der jedesmaligen Kellermauern gleichmässig aufgeführt.

Die Seitengiebel wurden jeder mittelst dreier bis auf den 12,55 Meter tief liegenden Boden gesenkten Pfeiler fundirt, diese dann mit starken Gurtbogen überwölbt und von den äusseren Pfeilern nach den angrenzenden Frontmauern ebenfalls Bogen gespannt. Das Gebäude wurde kellerhohl, und wurde bei weiterer Aufführung in jedem der Gurtbogen, auf denen die Scheidewände zu stehen kamen, ein Anker von 5 Zentimeter breitem und za. 9 Millimeter starkem Eisen mit 3 Zentimeter starken Splinten auf beiden Seiten vermauert, damit hierdurch bei etwaigem Setzen des Gebäudes das ganze Mauerwerk mehr zusammen gehalten würde.

Der Verfasser dieses Aufsatzes sagt am Schlusse desselben. — Die gehegte Befürchtung, dass das auf Platten fundamentirte Gebäude sich im Ganzen zusammendrücken und setzen, hingegen die auf festen Boden fundamentirten Giebel stehen bleiben würden, dass eine unmittelbare Folge davon aber ein Reissen des Gebäudes in den durch die Bögen mit den Giebeln verbundenen Theilen sein müssten, hat sich nach Vollendung des Baues im Ganzen nicht bewahrheitet, vielmehr hat sich bewährt, dass der aufgeschüttete Boden bei der beschriebenen Fundirung auf Granitplatten vollkommen fähig ist, ein fünf Stockwerke hohes massives Wohnhaus zu tragen. — Die Richtigkeit dieses Schlusses ist durchaus nicht in allen Theilen so unbedingt anzunehmen; dass das hier in Rede stehende Gebäude ohne Risse geblieben ist, liefert noch keineswegs den Beweis der Giltigkeit für alle übrigen Fälle. Es muss hier die Beschaffenheit des aufgefüllten Grundes zufällig jedenfalls eine solche gewesen sein, dass durch die Länge der Zeit und unter Einwirkung der von oben eingedrungenen Feuchtigkeit eine dichtere Ablagerung des Grundes sich hat bilden können; wo dieses aber nicht der Fall ist, wird auch schwerlich ein solcher Erfolg, wie hier zufällig stattgefunden hat, erzielt werden können.

Wenn bei einem Neubau an Stelle eines abgebrochenen Gebäudes von den alten Fundamenten im Verhältniss zu der Ausdehnung des Baues und der neu herzustellenden Fundamente überhaupt nicht viel zur Benutzung übrig bleibt, so ist es jedenfalls vorzuziehen, dieselben gar nicht weiter zu berücksichtigen, sondern wo sie mit den neuen Fundamenten zusammentreffen, die alten Theile ganz aufzunehmen und den Grund durchweg in gleicher Weise zu befestigen, wenn eine Befestigung des Grundes erforderlich ist. Bedarf der Baugrund keiner weiteren künstlichen Befestigung, so kann man die alten vorhandenen Fundamente, soweit solche anwendbar sind, mit benutzen, nur muss man dann an den Verbindungsstellen, wo die neuen Fundamente mit den alten zusammentreffen, die gehörige Vorsicht anwenden und namentlich darauf Rücksicht nehmen, dass das alte Mauerwerk in seinen Fugen durch den Druck der früher vorhandenen Mauerbelastung schon zusammengepresst wurde. Es ist daher in solchem Falle am zweckmässigsten, wenn man, wie auch schon oben erwähnt wurde, die neuen Fundamente ohne weiteren Verband mit den alten Theilen aufführt und dann bei Anlage der reinen Mauer an diesen bezüglichen Stellen starke Mauerbogen herstellt, deren innere Wölbscheiben aber in der Stärke der Widerlagsschicht ganz vollgemauert werden müssen. Eine ähnliche Anordnung muss man auch treffen, wenn die Fundamente nicht sämmtlich in einer wagerechten Ebene, sondern wegen geneigter Lage der Baustelle in wagerechten Absätzen aufgeführt werden.

Treffen die neu aufzuführenden Fundamente unter irgend einem Winkel auf die Richtung der alten zum Neubau wieder zu benutzenden Fundamente, so lassen sich an den Zusammenstossungsstellen diese Mauerbogen nicht anwenden. In solchen Fällen muss man das ganze Mauerwerk im regelrechten Verbande aufführen, man legt aber dann in die Lagerfugen Streifen von dünnem Bandeisen, welche bemauert werden. Von dieser Anordnung ist weiter unten noch besonders die Rede.

Es kommen auch manchmal Fälle vor, wo man bei Anlage und Herstellung der Fundamente zu Gebäuden auf Kloakengruben oder auf Brunnenschachte stösst. Haben die Kloakengruben alsdann keinen besonderen Zweck mehr, dass sie wegfallen können, so ist es jedenfalls am zweckmässigsten, nachdem dieselben ganz entleert sind, dass man sie mit Sand ausfüllt und

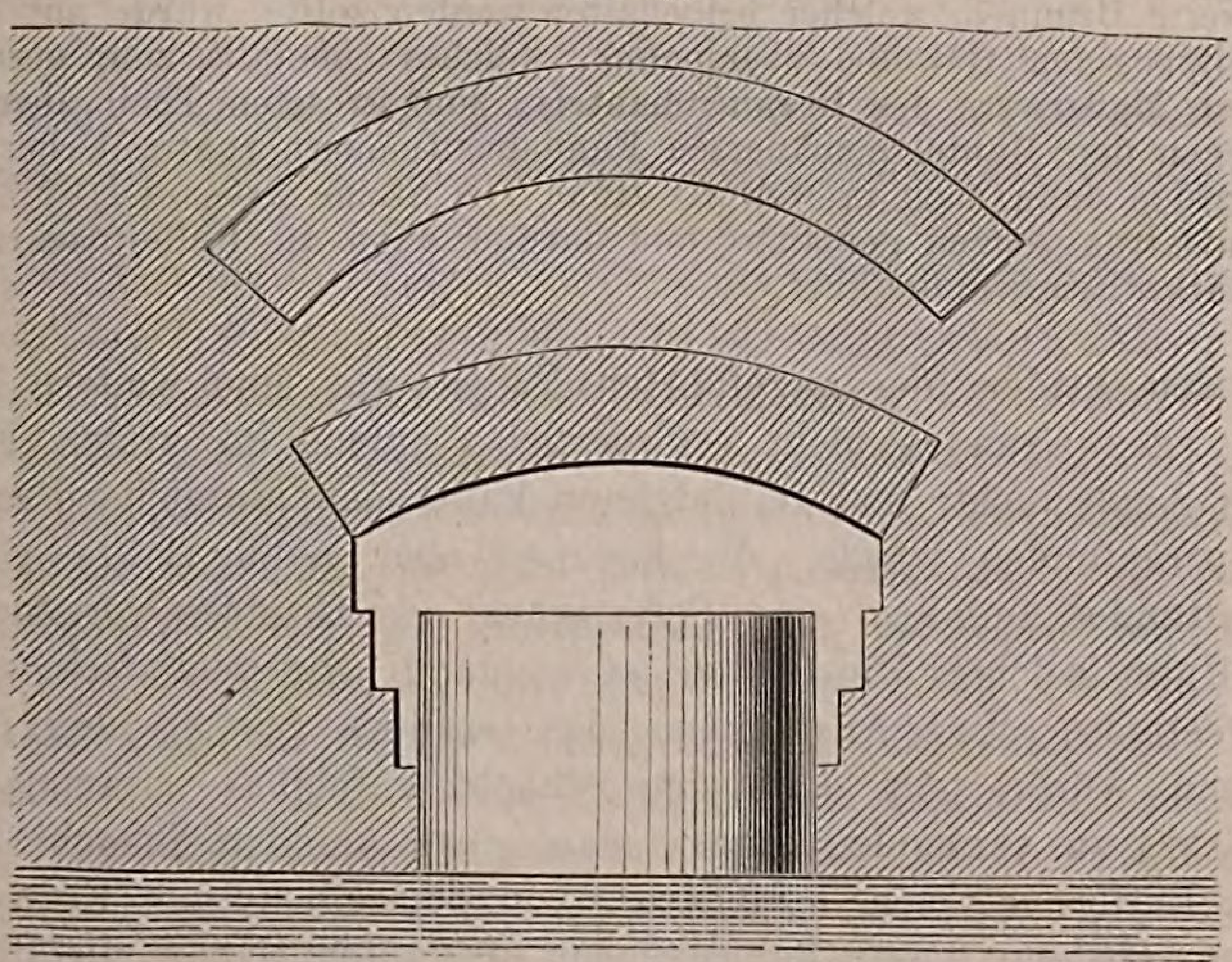
diesen unter Zuschütten von Wasser mittelst eiserner Stossstangen gehörig befestigt, sodass eine fernere Ablagerung desselben nicht zu befürchten steht. Darüber legt man die Fundamente und wenn man dieselben auch mit den übrigen Fundamenten in Verband aufmauert, so ordnet man doch, nachdem die Fundamente bis zur reinen Mauer aufgeführt sind, in der Stärke dieser Mauer an dieser Stelle eine gemauerte Wölbscheibe an, über welche man dann zur Verbindung der zu beiden Seiten liegenden Fundamente einen starken Grundbogen mauert.

Trifft man mit den Fundamenten auf Brunnenschachten, welche, namentlich wenn sie gutes Quellwasser enthalten, in den meisten Fällen beibehalten werden, so verhindern diese, dass der Grund in unmittelbarer Nähe des Schachtes befestigt werden kann, weil dadurch derselbe nicht nur im höchsten Grade leiden, sondern auch vielleicht ganz unbrauchbar werden könnte, ohne dass dadurch eine genügende Befestigung des Grundes erhalten werden würde. Nicht selten rufen solche Umstände sehr bedeutende Schwierigkeiten hervor und namentlich, wenn der Grund in seinen oberen Schichten befestigt werden muss.

Beim Bau eines grossen Packhauses, welches als Weinlager benutzt werden, und ausser einem gewölbten Keller und einem unteren Stockwerk noch vier Boden in Mauern und zwei Dachboden erhalten sollte, fand sich bei Ausgrabung der Fundamentgruben zu den Kellerpfeilern, dass ein Pfeiler unmittelbar über einen in der Erde befindlichen Brunnenschacht traf. Eine Abänderung der Pfeilerstellung konnte aus mehrfachen Rücksichten überall nicht vorgenommen werden, auch war die Beibehaltung des Brunnenschachtes zur Bedingung gestellt. Man entschloss sich daher zu folgender Anordnung:

Es wurde der Fundamentgraben zwischen den beiden zunächst liegenden Pfeilern bis auf den festen Sandboden ausgegraben; alsdann wurden die Fundamente dieser beiden Pfeiler bis an den Brunnenschacht hervorgelegt und in dieser Ausdehnung in gleicher Stärke der übrigen Pfeilerfundamente bis etwa 31 Zentimeter über den oberen Rand des Brunnenschachtes aufgeführt, wie dieses in nachstehender Figur 135 angedeutet ist.

Figur 135.



Von hier aus wurde die Mauer zwischen den beiden Pfeilerfundamenten in einer Stärke von 94 Zentimeter aufgeführt und die Oeffnung über dem Brunnenschacht mit einem $1^1/_2$ Steine hohen Bogen überwölbt. Hierüber wurde in

weiterer Höhe noch ein zweiter zwei Steine hoher Entlastungsbogen von grösserer Pfeilhöhe aufgeführt und nachdem hierüber dann die Mauer bis etwa 15 Zentimeter unter der Fussbodenhöhe in $2^1/_2$ Steine Stärke aufgeführt war, wurde darauf der Gewölbepfeiler aufgesetzt, welcher 62 Zentimeter im Quadrat hielt und von Sandstein hergestellt war. Das ganze Grundmauerwerk wurde mit stark hydraulischem Mörtel aufgeführt und wurde hierbei namentlich darauf gesehen, dass sämmtliche Fugen stets vollständig mit Mörtel ausgefüllt waren. Diese Konstruktion hat sich für die Folge ausgezeichnet bewährt und haben sich, wenngleich das Packhaus schon seit länger als 10 Jahren in Benutzung gewesen und nach dieser Zeit durch Brand fast vollständig bis auf den gewölbten Keller zerstört, aber durch den Einsturz der hohen Mauern sehr heftigen Erschütterungen ausgesetzt gewesen, dennoch nicht die geringsten Spuren einer Senkung gezeigt, sondern bei erneuerter Aufführung wurde der Keller in seiner ganzen Ausdehnung vollständig beibehalten.

Ein anderer Fall kam bei der vorzunehmenden Vergrösserung eines Bierbrauerei-Gebäudes vor. Es fanden sich hier an der Stelle, wo die eine Frontmauer des Gebäudes aufgeführt werden sollte, zwei Brunnenschachte im Grunde, von denen der eine zwar ausser Gebrauch gesetzt war und zugeschüttet werden konnte, der andere aber erst in neuerer Zeit ausgeführt, beibehalten werden sollte. Das Gebäude sollte zwei Stockwerke hoch und in beiden Stockwerken gewölbt werden. Im oberen Stockwerk sollten die beiden Braupfannen aufgestellt und eingemauert werden und zwar unmittelbar an der Mauer über diesen beiden Brunnenschachten. Eine weitere Befestigung des Grundes war hier nicht erforderlich, indem man die feste Lehmschicht unmittelbar erreichen konnte.

Es wurde derjenige Brunnenschacht, welcher nicht beibehalten werden sollte und dessen Mantel in 15 Zentimeter Stärke gemauert war, mit Sand ausgefüllt, und um eine möglichst feste Ablagerung desselben zu erhalten, wurde derselbe mit langen zugespitzten eisernen Stangen möglichst tief durchstossen. Hierauf und zwar in gleichem Niveau mit der übrigen Fundamentsohle wurde die Fundamentmauer des Gebäudes angelegt. Zur weiteren Vorsicht überspannte man diesen Brunnenschacht noch mit einem spitzbogigen Gewölbe, welches sich zum Theil auf das Mauerwerk des Brunnenmantels, zum grössten Theil aber auf die dicht gegen gelegten Fundamentmauern setzte und ausserdem auch auf der Ausmauerung des Brunnenschachtes, welche gleichzeitig ein Theil der Wölbscheibe bildete, ruhte. Dieses Gewölbe war jedenfalls ganz überflüssig und hatte eigentlich keinen besonderen Zweck. Der zweite Brunnen, welcher beibehalten werden sollte, wurde mit einem stärkeren spitzbogigen Gewölbe überspannt, welches ebenfalls zum geringen Theil auf dem Mauerwerk des Brunnenmantels, zum grössten Theil aber auf den dicht gegen den Mantel gemauerten Fundamentmauern ruhte. Ueber beide Brunnen wurden dann noch in weiterer Höhe $1^1/_2$ Steine hohe und 62 Zentimeter breite Entlastungsbogen gemauert und darüber dann die Kellermauern in 1,80 Meter Stärke höher aufgeführt.

In den beiden hier angeführten Fällen war eine weitere künstliche Befestigung des Grundes nicht erforderlich, indem im ersten Fall eine sehr mächtige Sandschicht, und im letzteren Falle eine hinreichend mächtige Lehmschicht vorgefunden wurde. Es kommen aber häufig Fälle vor, wo dieses nicht stattfindet und also eine Befestigung des Grundes vorgenommen werden muss. Unter solchen Umständen ist es dann sehr gefährlich, wollte man mit dem Befestigen, etwa Ausrammen des Grundes bis an den Brunnenschacht gehen und würde man dann den Schacht unfehlbar zusammenstossen. Um daher dieses zu vermeiden, muss man rings um den Schacht bis mindestens zu einer Entfernung von 1,80 Meter von demselben, die Erde möglichst tief ausgraben, alsdann diesen Raum wieder mit gutem Sande ausfüllen und diesen in der oben näher angeführten Weise befestigen. Nachdem diese Arbeit vollständig ausgeführt ist, beginnt man mit der übrigen Befestigung des Grundes. Der befestigte Sandkörper verhindert dann, dass die durch das Niederfallen

des Rammklotzes entstehenden Erschütterungen im Grunde unmittelbar auf den Brunnenschacht einwirken. Die Fundamente werden nach hergestellter Befestigung des Grundes bis an den Brunnenschacht gemauert und über diesem wird ein starker Mauerbogen gespannt, um für die Folge auch zu dem Brunnen gelangen zu können. Zu mehrerer Sicherheit wird hierüber dann noch ein Entlastungsbogen in erforderlicher Stärke ausgeführt, dessen Widerlager aber um etwa einen Meter von den äusseren Kanten des Brunnenschachtes zurückgelegt werden, damit der Boden in unmittelbarer Nähe desselben einen geringeren Druck von der weiteren Gebäudelast zu erleiden hat.

Sechstes Kapitel.

Die Ausführung der Gebäude.

§ 45. Allgemeines.

In den beiden vorhergehenden Kapiteln war die Rede von den verschiedenen Mauer- und Bogenverbänden und den verschiedenen Arten der Befestigung des Grundes und soll nunmehr die Aufführung der Gebäude selbst näher in Betracht gezogen werden.

Zunächst ist es erforderlich, dass von dem aufzuführenden Gebäude ein genauer Grundriss nach verjüngtem Maassstabe angefertigt werde; auf diesem Grundriss sind alle Raumgrössen in Zahlen genau anzugeben und gleichzeitig auch die verschiedenen Mauerstärken. Ferner ist aber auch erforderlich, dass genaue Profilzeichnungen der aufzuführenden Mauern angefertigt werden, in welchen die einzelnen Masten ebenfalls mit Zahlen angegeben werden, um daraus die Stärken der Mauern, sowie die der Fundamentbankette und deren Höhen und die Breiten der einzelnen Fundamentschichten ersehen zu können.

Sind die Grenzen des Bauplatzes durch anliegende Gebäude bestimmt, so hat man zunächst die freiliegenden Seiten des aufzuführenden Gebäudes durch ausgespannte Schnüre zu bezeichnen und hierauf dann zur Bestimmung der Fundamentgräben die nötigen Maasse anzugeben, um darnach die Erdarbeiten beginnen zu können. Sind hiernach die Richtungen der Fundamentgräben für die äusseren Mauern bestimmt, so wird dieselbe Arbeit auch für die Querwände im Innern, welche auf an den Seitenfronten ausgespannten Schnüren abgemessen werden, sowie auch für die inneren Langwände, wozu die für die Aussenmauern ausgespannten Schnüre wieder dienen, ausgeführt.

Ist die Baustelle von allen Seiten freiliegend, so bestimmt man zunächst die Richtung der Hauptfronte und schlägt zu dem Ende an beiden Seiten des später aufzuführenden Gebäudes in einiger Entfernung davon, starke Böcke in die Erde, auf deren Querlatten dann durch eingeschnittene Kerben genau die Endpunkte der Richtung dieser Hauptfronte angegeben werden. Die hierüber ausgespannte Schnur bezeichnet die äussere Seite der später aufzuführenden Hauptfrontmauer. Auf dieser Schnur wird dann die Breite des Gebäudes ab-

gesteckt und die Seitenfronten ebenfalls in gleicher Weise wieder durch eingeschlagene Böcke bezeichnet. Mit Hilfe eines grossen Winkelmaasses werden nun die Richtungen der Seitenfronten auch die Hauptfronte genau bestimmt und an den bestimmten Stellen auf den bezüglichen Querlatten der eingeschlagenen Böcke Kerben eingeschnitten, wo dann die darüber gespannten Schnüre ebenfalls jedesmal die äussere Seite der bezüglichen Seitenfronte angeben. Es bleibt nun noch die Bestimmung der vierten Seite übrig, welche einfach dadurch geschieht, dass man auf den Seitenfrontschnüren von der vorderen Schnur ab die für das Gebäude bestimmten Längen abträgt und durch die so erhaltenen Punkte eine Schnur zieht, deren Richtung durch Kerben auf den Querlatten der hierzu eingeschlagenen Böcke bezeichnet wird. Die Richtigkeit der hierdurch erhaltenen Richtung der Hinterfronte konstatirt gleichzeitig auch die Richtigkeit der übrigen Abmessungen und Bestimmungen.

In gleicher Weise bestimmt man auch die Richtungen der Hauptscheidemauern, wobei man aber zu berücksichtigen hat, dass hier eine Seite derselben als Bundseite angenommen und diese durch die Schnur bestimmt wird. Die Stärke der Mauer wird dann von dieser Schnur ab nach der bezüglichen Seite hin abgesteckt. Zur Bestimmung der Quermauern steckt man die bestimmten Abmessungen auf den nach der Tiefe oder Breite ausgespannten Schnüren ab, wobei auch stets nur die Bundseite angenommen wird.

Erhält das aufzuführende Gebäude Flügelanbauten oder sonstige Ausbauten, so wird doch zunächst immer der Haupttheil des Gebäudes in oben bezeichneter Art abgesteckt und beim Einschlagen der Böcke darauf Rücksicht genommen, dass dieselben gleich soweit zurückgestellt werden, dass unbeschadet derselben, die Ausbauten ebenfalls abgesteckt und später ausgeführt werden können, sodass also beim Ausgraben der nötigen Fundamente diese Böcke nicht wegfallen.

Nachdem man in der oben angegebenen Weise die Mauern oder doch ihre Richtungen auf der Baustelle näher bezeichnet hat und ferner auch durch irgend einen festen Punkt die Höhe des untersten Fussbodens, von welcher auch unter Umständen die Tiefe der Fundamente abhängig, bestimmt worden ist, gräbt man hiernach erst die Fundamentgräben aus, wobei man aber Rücksicht auf die festgesetzte Breite der Anlage der Fundamente zu nehmen hat. Man nimmt die Breite der Fundamentgräben mindestens 30 Zentimeter breiter als die Breite der Fundamente betragen soll und erweitert sie nach oben hin etwas, d. h. man gibt den Seitenwänden etwas Dossirung, damit die Erde nicht in die Gräben fällt. Erhalten die Gräben keine grosse Tiefe, so genügt eine solche Anordnung; bei grösserer Tiefe der Gräben wird aber nicht selten ein Absteifen der Seitenwände erforderlich, um ein Ablösen oder Einstürzen derselben zu verhindern, wodurch sonst die Arbeit sehr gestört werden würde. Unter Umständen müssen solche Absteifungen sehr ausgedehnt werden zumal, wenn die Befestigung des Grundes mit Schwierigkeiten verbunden ist und deren Herstellung längere Zeit erfordert.

Erhält das aufzuführende Gebäude ein Kellergeschoss, welches um einen oder mehrere Meter in das Terrain gesenkt wird, so ist es jedenfalls zweckmässig und erheblich an Kosten ersparend, wenn die ganze Baustelle bis zur Tiefe des Kellerfussbodens erst ausgegraben wird, ehe man mit dem Ausgraben der Fundamentgräben beginnt. Sind dann die Fundamentgräben ausgegraben und der Grund, wenn solches erforderlich war, gehörig befestigt, oder, wenn man guten Boden vorfindet, die Grabensohle bis dahin gesenkt,

so schreitet man zur Anlage der Fundamente selbst. Hierbei ist aber wieder ein Ausspannen der vorhin erwähnten Schnüre erforderlich. Bei den Ringmauern der Gebäude wird, wenn die Ringmauern an der äusseren Seite frei stehen, die äussere Seite der reinen Mauer über dem späteren Sockel stets durch die ausgespannten Schnüre bezeichnet und hat man demnach von der bezüglichen Fluchtschnur ab nach Aussen den Vorstand der Bankett- oder Kellermauern und die Vorstände der einzelnen Fundamentabsätze abzustecken. Dieses geschieht, indem man mittelst eines Lothes an einer dünnen Lothschnur die Richtung der ausgespannten Fluchtschnur auf der Fundamentsohle näher bezeichnet und zwar dadurch, dass man an beiden Enden einzelne Steine nach dieser Abmessung vorläufig fluchtrecht mit einer ihrer Seitenkanten hinlegt und von hieraus dann den Vorsprung des Fundaments nach Aussen hin absteckt. Sind nun diese Vorsprünge an beiden Enden genau bestimmt, ebenfalls wieder dadurch, dass man einzelne Steine mit ihrer Seitenkante nach der bestimmten Abmessung fluchtrecht hinlegt, so spannt man von einem Steine bis zum anderen eine Schnur, nach welcher die äusserste Reihe Steine der untersten Fundamentschicht verlegt wird. Nach der inneren Seite der Schnur werden nicht allein diese bezeichneten Fundamentvorstände, sondern gleichzeitig wird auch die Stärke der Mauer selbst abgetragen, wodurch dann die Richtung der inneren Kante der untersten Fundamentschicht erhalten wird. Bevor aber zum Verlegen der untersten Fundamentschicht geschritten werden kann, muss ein Höhenpunkt bestimmt werden, nach welchem das Fundament wagerecht durchgelegt werden soll. Dieser Punkt ist genau abhängig von der festgesetzten Höhe des Fussbodens des unteren Stockwerks oder Parterres, und hat man von diesem Punkte abwärts die Höhe des Kellers oder Souterrains, die Höhe der Decke desselben mit Einschluss der Fussbodenstärke des unteren Stockwerks, die Stärke des Kellerfussbodens und die Höhe des Fundaments selbst, wodurch man den Punkt auf der Fundamentgrabensohle erhält, worauf das Fundament anfangen soll. Von diesem Punkte aus nivellirt man die ganze Fundamentsohle ab und fixirt an verschiedenen Stellen Wagepunkte durch einzelne hingelegte der bezüglichen Mauerflucht entsprechende Steine und zwar so, dass die äussere Kante dieser Steine zugleich wieder als Lehrpunkte für die äussere Steinreihe der untersten Schicht benutzt werden kann. Hat man diese Punkte bestimmt und zwar der inneren oder äusseren Kante der untersten Fundamentschicht entsprechend, so spannt man von einem Stein zum anderen an der vorderen Kante eine Schnur, welche dann nicht allein die Richtung der vorderen Kante der bezüglichen Schicht angibt, sondern auch die wagerechte Linie, nach welcher die Steine verlegt werden müssen. Um zu verhindern, dass die Schnur nicht durchschlägt, welches bei einer grösseren Länge derselben jedenfalls stattfinden würde, legt man in der Mitte an einer oder mehreren Stellen Steine, welche mit den Ecksteinen in der Wage liegen, an welchen Steinen dann die Schnur mittelst eines dünnen Spahns so lange aufgesteckt wird, bis durchgemauert ist. Nach dieser Schicht wird nun auch die andere an der zweiten Aussenkante zu legende Schicht und dadurch auch die wagerechte Lage der ganzen Schicht genau bestimmt, welche Steinschicht dann in derselben Weise verlegt wird, wie bei der zuerst erwähnten angegeben ist. Bei diesen beiden einander gegenüber liegenden Steinreihen ist aber genau darauf zu achten, dass die einzelnen Stossfugen beider Reihen allemal in eine Richtung und rechtwinkelig auf die äussere Flucht treffen. Nunmehr wird der innere Zwischenraum zwischen den beiden Steinreihen in gleicher Höhe

mit denselben mit Streckersteinen, also nach der Breite der Fundamente und nicht nach der Länge derselben, ausgelegt, so dass die ganze Steinlage nach ihrer Vollendung eine wagerechte Ebene bildet. Es ist aber hierbei darauf Rücksicht zu nehmen, dass die Steine so gelegt werden, dass ihre Stossfugen mit denen der beiden äusseren Schichten zusammentreffen und somit die sämmtlichen Stossfugen nach der ganzen Breite der Schicht durchgehen. Dieses ist um so notwendiger, weil sonst im Innern des Mauerwerks kein gehöriger Verband erhalten werden kann. Ist der Grund künstlich befestigt oder auch, wenn man guten Sand- oder Lehmboden vorfindet, so überschüttet man dennoch die Grabensohle mit einer dünnen Lage Sand, wodurch nicht allein die Verlegung der einzelnen Steine sehr erleichtert, sondern auch der Vortheil erreicht wird, dass, wo es nötig ist, die Steine einzeln unterstopft werden und somit dieselben ein vollständig festes Lager erhalten können. Ist in dieser Weise die unterste Lage hergestellt, so wird, nachdem an den äusseren Kanten herum der Sand dicht angeschüttet und angestampft ist, dieselbe auf ihrer Oberfläche mit Gussmörtel unter Zuschütten von Wasser so übergossen, dass sämmtliche Stossfugen vollständig ausgefüllt werden, wodurch die einelnen Steine eine noch festere Lage erhalten. Hierauf wird mit dem Aufmauern der nächsten drei bis vier Schichten fortgefahren, wobei man das Einziehen der oberen Schichten (Abtreppen) durch Abstich von den äusseren Kanten der nächst unteren Schicht bestimmt, welcher Abstich aber stets nur ein Viertel der ganzen Steinlänge beträgt. Bei Anwendung eines liegenden Rostes oder Pfahlrostes fällt natürlich die Sandlage weg und man mauert unmittelbar auf den Bohlenbelag des Rostes. Es würde aber stets sehr zweckmässig sein, wenn man wenigstens die beiden unteren Schichten nicht in Kalk, sondern in Zement vermauerte, weil der Kalk nachtheiliger auf das Holz wirkt.

In dieser Weise sind nun die sämmtlichen Fundamente vollständig wagerecht herzustellen, ehe mit dem weiteren Aufmauern der Ring- und Scheidemauern fortgefahren wird, weil man dadurch allein in den Stand gesetzt wird, die sämmtlichen Fundamente eines Gebäudes in gehörigem und tüchtigen Verbande herzustellen, welches aber sowol bei festerem als auch bei loserem Baugrunde durchaus erforderlich ist und stets auch den grössten Vortheil gewährt und namentlich bei loserem Baugrunde dadurch ein Eindrücken oder ein Ausweichen einzelner Mauertheile am wirksamsten verhindert werden kann und dieses noch um so mehr, wenn man zum Vermauern einen stark bindenden hydraulischen Mörtel verwendet.

Wird das aufzuführende Gebäude auf einzelnen Pfeilern gegründet, so wendet man die auszuspannenden Fluchtschnüre in der Art an, dass durch dieselben die jedesmaligen Mittellinien der Pfeiler bezeichnet werden. Dasselbe gilt auch, wenn im Innern des aufzuführenden Gebäudes Pfeilerreihen angeordnet werden sollen. Bei Anordnung der Pfeiler, als Fundamentpfeiler hat man aber vor Allem darauf Rücksicht zu nehmen, dass dieselben stets unter die Hauptpfeiler des aufzuführenden Gebäudes treffen und würde es ein grosser Fehler sein, wenn bei dieser Fundirung die oberen Hauptpfeiler des Gebäudes auf die zwischengemauerten Grundbogen gesetzt werden sollten. Wo Scheidemauern auf äussere Mauern treffen, muss in diesem Falle an solcher Stelle unter der äusseren Mauer ebenfalls ein Pfeiler angeordnet werden, damit der Grundbogen der Scheidemauer mit seinen beiden Schenkeln auf Grundpfeiler und nicht etwa gegen eine Bogenmauerung treffe. Sind die sämmtlichen Pfeiler aufgeführt und die Grundbogen ebenfalls hergestellt und zwischen

ihren Schenkeln vollständig hintermauert, so vertreten diese die Stelle der Fundamentmauern und muss daher die letzte Ausgleichungsschicht ebenfalls vollständig wagerecht sein. Dieses darf aber nicht durch Ausgleichen mittelst Auslaufens einer Schicht oder durch Anwendung stärkerer Lagerfugen erreicht werden, sondern hat man bei Aufführung der Grundpfeiler schon darauf zu achten, dass ihre Oberflächen oder die Widerlager der Grundbogen sämmtlich in einer wagerechten Ebene liegen.

Sind nun sämmtliche Fundamentmauern in dieser zuletzt erwähnten Art oder wie oben angeführt, hergestellt, so wird zur Anlage der reinen Mauer (Bankett- oder Kellermauer) geschritten und zu diesem Zwecke werden die sämmtlichen Fluchtschnüre wieder ausgespannt und darnach die erste Schicht vermauert, von welcher ab dann lothrecht und stets im richtigen Verbande weiter aufgemauert wird. Zu diesem Ende werden zunächst die Mauerecken, jedesmal nach den bezüglichen Fronten hin fluchtrecht, mehrere Schichten hoch aufgeführt, um hieran dann die Fluchtschnüre für die einzelnen Schichten beim Durchmauern derselben anstecken zu können. Da aber hierbei die einzelnen Schichten nicht gleich in der ganzen Länge der Mauer durchgelegt werden, so lässt man jede einzelne weitere Schicht in der ganzen Stärke der Mauer nach der Ecke zu jedesmal um soviel hinter die Stossfuge der nächst unteren Schicht zurückspringen, als dieses der Verband mit sich bringt. Diese Anordnung nennt man ein auslaufendes Schrot, wovon weiter oben die Rede war. Eine andere Anordnung, welche bei Aufführung der Mauerecken sehr häufig Anwendung findet und wovon oben ebenfalls schon die Rede gewesen, ist die sogenannte stehende Verzahnung, welche verschieden sein kann, je nachdem bei der Aufführung der Mauer der Blockverband oder der Kreuzverband in Anwendung gebracht ist. Bei Aufnahme solcher Mauerecken ist die Anwendung eines auslaufenden Schrots jedoch immer vorzuziehen, weil man bei Weiterführung des Mauerwerks stets volle Lager- und Stossfugen erhält, welches dagegen bei stehender Verzahnung nicht so zu erreichen ist, weil hier die einzelnen Steine untergeschoben werden müssen.

Mit den Ring- oder Umfangsmauern müssen aber gleichzeitig auch die inneren Scheidemauern aufgeführt werden, weil dadurch nicht allein das sämmtliche Mauerwerk in gehörigen tüchtigen Verband kommt, sondern gleichzeitig auch ein gleichmässigerer Druck auf den Untergrund erhalten wird.

Erhält das aufzuführende Gebäude ein Souterrain oder ein Untergeschoss, in welchen die Scheidemauern durchgehends grosse Oeffnungen erhalten, und demnach hier nur Pfeiler aufgeführt werden, so müssen diese ebenfalls gleichzeitig mit hergestellt werden, damit die zur Unterstützung der in den oberen Stockwerken herzustellenden vollen Scheidemauern erforderlichen Gurtbogen ebenfalls mit der Höherführung des Gebäudes ausgeführt werden können. Dieses findet auch statt, wenn das Souterrain überwölbt werden soll, damit in den oberen Stockwerken die herzustellenden massiven Scheidemauern mit den äusseren Umfangsmauern zu gleicher Zeit aufgeführt und mit diesen letzteren in gehörigen Verband gemauert werden können. Durch diese gleichzeitige Aufführung der äusseren und inneren Mauern erhalten die ersteren jedenfalls eine grössere Stabilität, die aber auch wieder um so mehr notwendig ist, wenn die äusseren Mauern durch Fenster- und Thüröffnungen durchbrochen sind, wo dann beim Aufbringen der Balkenlage ohne diese Verbindung die Mauern sehr leicht in solche Schwankungen versetzt werden können, dass ein Herausfallen der gemauerten Fenster- und Thürbogen stattfindet.

Was die inneren Gurtbogen betrifft, wovon im Vorhergehenden die Rede war, so müssen diese, da sie bis zur Herstellung des Daches und der Eindeckung desselben, allem Regenwetter ausgesetzt sind und der gewöhnliche Kalkmörtel schlimmsten Falls sogar zum Theil wieder ausgewaschen werden kann, mit Zementmörtel gemauert werden.

Das gleichzeitige Aufmauern der äusseren und inneren Mauern hat, wie schon angeführt wurde, den sehr grossen Vortheil, dass dadurch ungleiche Senkungen mehr oder weniger wirksam verhindert werden; gleichzeitig kann man aber auch zur mehreren Verhinderung dieser ungleichen Senkungen mit grossem Vortheil diejenigen Vorkehrungen anwenden, wovon weiter unten noch besonders die Rede ist und welche darin bestehen, dass man in die Lagerfugen des Mauerwerks längere Streifen Bandeisen legt. Ferner ist es nicht nur zweckmässig, sondern zur Erhaltung eines vollständigeren Verbandes auch notwendig, dass gleichzeitig mit den Umfangs- und Scheidemauern auch die Nischen und Schornsteine mit aufgeführt werden.

Wird das Souterrain gewölbt, so darf selbstverständlich das Gewölbe nur erst dann ausgeführt werden, wenn das Dach über dem Gebäude aufgerichtet und eingedeckt ist, weil sonst das Gewölbe durch den einfallenden Regen zu sehr leiden würde. Ferner aber würden auch durch etwaige Erschütterungen, die beim Aufbringen der Balken oder sonstiger starker Hölzer sehr leicht vorkommen, an den Gewölben sehr leicht erhebliche Beschädigungen entstehen können. Die Gurtbogen werden aber, wie schon erwähnt ist, gleichzeitig mit den Umfangsmauern ausgeführt und in Betreff der Schornsteine, welche in diesem Falle wegen Nichtausführung der Gewölbe, der Unterlagen entbehren würden, sucht man für diese die Unterlagen durch Auskragungen mehrerer Mauerschichten herzustellen, welche Auskragungen dann später in die Gewölbesäcke treffen.

Wird das aufzuführende Gebäude nicht mit Scheidemauern durchzogen, wie z. B. dieses bei grösseren Speichern der Fall ist, so müssen dennoch die inneren Kellerpfeiler gleichzeitig mit aufgeführt werden, um beim Höherbauen des Gebäudes die Trägerwände zur Unterstützung der Balkenlagen in den einzelnen Stockwerken ebenfalls mit aufstellen zu können, weil dadurch nicht allein eine wesentlich bessere Unterstützung der einzelnen Balkenlagen erhalten, sondern gleichzeitig auch sehr erheblich an Kosten gespart wird, als wenn man eine provisorische Unterstützung der einzelnen Balkenlagen vorher anordnet.

Was nun die Höhe betrifft, bis zu welcher die Mauern eines Stockwerks aufgeführt werden müssen, so ist dabei folgendes zu bemerken:

Die Höhe der Souterrainmauern richtet sich zunächst nach der festgesetzten Höhe, welche das Souterrain erhalten soll. Es muss aber, wie auch schon oben erwähnt, zunächst die Höhe des Fussbodens des unteren Stockwerks oder Parterres festgestellt sein, weil von dieser die Höhe über dem umgebenden Terrain, ferner die Tiefe bis zu welcher der Fussboden des Kellers oder Souterrains gesenkt wird, sowie auch die Anlage der Fenster und der Kellereingänge genau abhängt. Man hat daher zur näheren Feststellung der Kellerhöhe von der Fussbodenhöhe des unteren Stockwerks abwärts, nicht allein die festgesetzte Höhe des Souterrains, sondern auch noch die Höhe oder Stärke der Balkenlage, der Fussbodenbretter und der Deckenverschaalung abzustecken, wodurch man die richtige Höhe des Kellerfussbodens erhält. Von diesem festgestellten Höhenpunkte ab werden nun die Kellermauern auf-

geführt und zwar zunächst bis 7 oder 8 Zentimeter unter der Unterkante der zu legenden Kellerbalken, welche letztere dann auf eichene Klötze von dieser Stärke aufgelegt werden. Sind die Kellerbalken sämmtlich gelegt, so wird das sämmtliche Mauerwerk in der vorhandenen Stärke bis zur Oberkante der Balkenlage aufgemauert. Zum Schutz der Balkenköpfe in den Umfangsmauern setzt man rings um dieselben am zweckmässigsten trockene Mauersteine auf die hohe Kante, ohne aber in den Fugen Kalk zu geben und mauert dann dicht gegen diese Umstellung. Manche ziehen es vor, rings um die Balkenköpfe eine Luftschicht anzuordnen, um dadurch eine bessere Luftzirkulation zu erreichen. Diese wird aber schon sehr erheblich abgeschwächt, sobald die Fussboden gelegt sind, und die untere Decke verschalt und verputzt ist, und wirkt dieselbe dann nicht vortheilhafter als eine trockene umstellte Steinschicht. Eine solche Luftschicht hat aber noch den grossen Nachtheil, dass sie später hauptsächlich dem Ungeziefer zum Aufenthalte dient. Eine Umstellung trockener Mauersteine verhindert keineswegs die Ausdünstung des Holzes und den Zutritt der Luft und kann daher also auch hierdurch nicht ein Verstocken des Holzes veranlasst werden; durch diese Umstellung wird aber der Mauerkalk, welcher immer nachtheilig auf das Holz hier einwirkt, vom Holze gänzlich entfernt gehalten. Andere Mittel die Balkenköpfe in der Mauer zu schützen, als z. B. ein Umschlag von Lehm, oder ein Anstrich von Theer mit Harz oder Pech versetzt, ist eher nachtheilig als vortheilhaft, indem im ersten Falle bei Anwendung des Lehmumschlags die Feuchtigkeit im Holze sehr lange erhalten wird, ohne dass die Luft gehörig darauf einwirken kann, im letzteren Falle aber kann eine Ausdünstung des Holzes gar nicht mehr stattfinden und es entsteht dann um so eher eine Fäulniss der Balkenköpfe, wie dieses auch die Erfahrung schon vielfach bestätigt hat. Ein sehr wirksames Mittel, um die Balkenköpfe gegen Fäulniss zu schützen, besteht darin, dass man dieselben, wo sie mit Mauerwerk in Berührung kommen, mit Korkholz bekleidet. Dieses Holz widersteht der Einwirkung der Feuchtigkeit bekanntlich in einem hohen Grade und verhindert auch in dieser Anwendung durchaus nicht die fernere Ausdünstung des Balkenholzes.

Wird das Souterrain gewölbt, so hat man die Pfeilhöhe der Gewölbebogen vorher genau festzustellen; hierzu kommt die Stärke der Gewölbe im Scheitel und ausserdem rechnet man für die Sandauffüllung und für den darüber zu legenden Fussboden noch mindestens 15 Zentimeter. Wird aber der Raum über dem Gewölbe schwer belastet, so hat man für die Auffüllung und den Fussboden mindestens 30 Zentimeter anzunehmen, damit beim Werfen oder Umkehren von Kisten oder Fässern die Wirkung des Stosses nicht unmittelbar auf die Gewölbemauerung trifft. Diese Maassen werden zusammengenommen von dem festgestellten Punkt der Fussbodenhöhe des unteren Stockwerks lothrecht abwärts abgesteckt und erhält man dadurch die Höhe, bis zu welcher die Widerlagsmauern der Gewölbe aufzuführen sind. Je nachdem nun die Gewölbe konstruirt werden, werden in der Höhe dieser Widerlager die weiter darüber aufzuführenden Umfangs- oder Zwischenmauern, und zwar erstere an der inneren Seite und letztere an beiden Seiten soviel abgesetzt, als erforderlich ist, um später die Gewölbe darauf anfangen zu können. Hierauf ist bei Bestimmung der verschiedenen Mauerstärken notwendig Rücksicht zu nehmen und zwar insofern, dass die Souterrainmauern soviel verstärkt werden, um für die Widerlager der Gewölbe eine hinreichende Breite des Absatzes zu erhalten. Bei Aufführung der Umfangsmauern, sowie der Zwischenmauern hat man aber

auch gleich Rücksicht auf die darin anzulegenden Fenster, Lukenöffnungen oder Eingänge zu nehmen, wovon weiter unten noch näher die Rede ist.

Die ganze Höhe des Souterrains wird in diesem Falle bis unter den Scheitel des Gewölbes bestimmt und kommt demnach hier zu der lichten Höhe des Souterrains anstatt, wie oben angegeben, die Balkenstärke und die Dicke des Fussbodens und der Deckenverschalung, die Stärke des Gewölbes im Scheitel und die Höhe der Auffüllung darüber mit Einschluss des Fussbodens, welche Gesammtmaasse dann von dem festgestellten Höhenpunkt des Fussbodens des unteren Stockwerks herabzustecken sind, um die Fussbodenhöhe des Souterrains zu erhalten.

Um später den Fussboden im Souterrain legen zu können, lässt man die Fundamente bis höchstens 8 Zentimeter unter der Oberkante des Fussbodens aufführen und beginnt mit der reinen Mauer also schon unterhalb des Fussbodens, weil man sonst später bei Legung des Fussbodens genötigt sein würde, den Vorstand der Fundamente wegzuschlagen.

Zur Bestimmung der Höhe der Stockwerksmauern gilt die festgesetzte Höhe der Stockwerke. Man hat zu dem Ende die Höhe eines Stockwerks von dem Fussbodenpunkt des unteren Stockwerks, welcher Punkt ein für allemal bei einem jeden aufzuführenden Gebäude vorher bestimmt wird, aufwärts abzustecken. Um aber die richtige Höhe auch später zu behalten, muss gleichzeitig auch die Stärke der Deckenverschalung mit Putz in dem betreffenden Stockwerk in Rechnung gebracht werden. Von diesem Punkte ab wird dann wieder abwärts die Stärke des unterzulegenden Balkenklotzes abgetragen, oder mit anderen Worten, es wird die ganze Höhe der Stockwerksmauer um so viele Zentimeter verringert, als der Balkenklotz Höhe erhält, bis zu welchem Punkte dann die Mauern des Stockwerks aufgeführt werden, um die Balkenlage darauf zu verlegen. Soll z. B. die lichte Höhe des Stockwerks 3,76 Meter betragen, so hat man für die fehlende Deckenverschalung und den Deckenputz 4 Zentimeter hinzuzurechnen, dagegen für den unterzulegenden Balkenklotz 8 Zentimeter wieder abzurechnen, so dass also die Mauer bis zu der Höhe von 3,72 Meter aufgeführt werden muss, worauf dann die Klötze und darauf die Balken gelegt werden. Damit aber ohne grosse Schwierigkeiten die bestimmte Höhe der Mauer bei ihrer Aufmauerung genau eingehalten werden kann und man schliesslich nicht genötigt ist, entweder die Klötze bedeutend zu erhöhen oder eine verhauene Schicht anwenden zu müssen, ist es zweckmässig, dass man die festgesetzte Höhe nach Schichten eintheilt und die ganze Anzahl der Schichten auf eine Latte genau verzeichnet und hiernach dann die Ecken des Gebäudes aufführen lässt. Es erhält dann das Zwischenmauerwerk, welches in jeder Schicht nach einer an den Ecken festgespannten Fluchtschnur ausgeführt wird, in allen Schichten immer die gleiche Höhe. Diese Vorkehrung erleichtert sehr bedeutend eine genaue Ausführung und erreicht man auch ferner dadurch den Vortheil, dass sämmtliches Mauerwerk in gleicher Wage, also auch jede einzelne Schicht immer wagerecht wird. Wo dieses unterlassen wird, findet man nicht selten, dass bei Legung der Balken die wagerechte Lage dieser letzteren durch Unterlage von Klötzen von verschiedener Stärke erlangt werden muss. Oder man findet auch, dass die Arbeiter durch Anwendung stärkerer Lagerfugen an einer oder der anderen Ecke die wagerechte Ausgleichung wieder erzielt haben, welches aber jedenfalls verwerflich ist, indem die Fugen sich dann an einer Seite des Gebäudes stärker zusammenpressen können, als an der anderen Seite.

Erhält das Gebäude ein zweites Stockwerk, so werden die gelegten Deckenbalken des unteren Stockwerks beim Höherführen der Mauern ganz wieder in derselben Weise bemauert, wie oben bei den Souterrainbalken angeführt wurde. Bei Aufführung der Mauern dieses Stockwerks muss nicht allein die festgesetzte Höhe des Stockwerks berücksichtigt werden, sondern es muss, da diese Höhe von der Balkenlage ab aufgesteckt wird, auch die Dicke des hierüber zu legenden Fussbodens berücksichtigt und zu der gegebenen Höhe hinzugerechnet werden; im Uebrigen gilt das bereits darüber Angeführte dann auch hier.

Da aber, namentlich, wenn verschiedene neben einander liegende Zimmer in diesem oberen Stockwerk hergestellt und durch Thüren mit einander verbunden werden sollen, die Fussböden in den verschiedenen neben einander liegenden Zimmern nicht sämmtlich in einer und derselben wagerechten Ebene gelegt werden können, weil sonst die Thürschwellen in den Zwischenmauern stets um ihre ganze Stärke vorstehen würden, so müssen in einzelnen Zimmern die Fussböden um soviel als die Stärke der Thürschwelle betragen soll, aufgefüttert oder höher gelegt werden, damit nach einer Seite hin die Oberfläche der Thürschwelle mit der Oberfläche des gegenstossenden Fussbodens vollkommen gleich liegt, und hat man dann unter Berücksichtigung dieser Fussbodenauffütterung sich darüber zu entscheiden, von welcher Höhe des Fussbodens ab die Höhe des Stockwerks gelten soll, und demnach die angenommene Stärke des Fussbodens mit Einschluss der Dicke der Auffütterung, falls diese Höhe als geltend bestimmt wird, zu der festgesetzten Höhe des Stockwerks zuzurechnen, wo dann die Gesammthöhe des Stockwerks von der Oberkante der Balkenlage ab genommen wird. Die Anordnung der Balkenklötze unter den einzelnen Balken der über dieses Stockwerk zu legenden Balkenlage bleibt dieselbe, wie vorher erwähnt wurde.

Bei der Dachbalkenlage findet dieselbe Anordnung in Betreff der Bemauerung der Balkenköpfe statt, wie oben angeführt ist, sobald das Gebäude ein massives Gesimse oder noch ein Kniestock darüber erhalten soll. Werden dagegen hölzerne Gesimse angeordnet, so erhalten die Dachbalken eine solche Länge, dass sie um soviel über die Mauer hinwegragen, als die Ausladung des gegen die Balkenköpfe zu befestigenden hölzernen Gesimses erforderlich macht. In diesem letzteren Falle wendet man aber statt der Klötze unter den Balken, durchstreckende Mauerlatten an, auf welche die Balken entweder aufgekämmt oder aufgedollt werden. Diese Mauerlatten werden dann entweder mit der äusseren Mauerkante oder mit der inneren Mauerkante bündig gelegt, je nachdem die Unterglieder des Hauptgesimses von Holz angefertigt und an die Mauerlatte festgenagelt werden, oder dieselben gemauert werden.

Diese Mauerlatten bestehen gewöhnlich aus geschnittenen Hölzern, die eine Höhe von 7 bis 8 Zentimeter und eine Breite von etwa 12 bis 15 Zentimeter haben, auf welche dann die Balken, wie schon erwähnt, entweder verkämmt oder aufgedollt werden. Sind die Mauern sehr stark, so werden in diesem Falle, wo das Gesimse von Holz hergestellt wird, wol zwei Mauerlatten gelegt. Zweckmässig ist es aber dann, wenn die innere Mauerlatte um 6 oder 8 Zentimeter von der inneren Mauerkante mindestens zurückgelegt werde, damit der Druck der Mauerlatte bei einer späteren Belastung und etwaigen, wenn auch nur geringen Durchbiegung der Balken auf die volle Fläche der Mauer wirkt und ein möglicherweise entstehendes Kanten dieser Mauerlatte dadurch ganz und gar vermieden wird.

Die sich hierbei ergebenden Zwischenräume zwischen den Mauerlatten werden gewöhnlich ausgemauert, um einmal eine festere Lage zu erhalten und ferner auch hauptsächlich, um Schlupfwinkel für Ungeziefer zu vermeiden. Die Anwendung von Mauerlatten zur Unterlage der Stockwerksbalkenlagen ist nur dann zweckmässig, wenn die höher aufgeführte Mauer schwächer wird, also an dieser Stelle einen Absatz erhält. Wird dagegen die Mauer in gleicher Stärke höher geführt, so ist die Anwendung von durchstreckenden Mauerlatten durchaus verwerflich, weil dadurch die Mauer jedenfalls geschwächt wird, und müssen daher in diesem Falle zur Unterlage der Balken nur Klötze angewendet werden.

Wie schon oben angeführt wurde, müssen zur besseren Verbindung mit den äusseren Mauern gleichzeitig auch die inneren Scheidemauern und ebenso auch die anzuordnenden Schornsteine und Nischen aufgeführt werden, wodurch die Unterstützungen der Balkenlagen vollständig hergestellt werden. Bei Packhäusern und solchen Gebäuden, die im Innern grosse hohle Räume bilden, müssen bei Legung der Balkenlagen gleichzeitig aber die Unterstützungen und Zimmer-Querverbindungen aufgestellt werden, und es ist jedenfalls sehr fehlerhaft, wenn man hier die Balkenlagen erst provisorisch unterstützt, weil später die aus Zimmerung bestehenden Unterstützungen und Querverbindungen nicht so solide aufgestellt werden können.

Erhält ein Gebäude noch ein Kniestock, so werden, nachdem die Hauptbalkenlage gelegt ist, die Umfangsmauern des Kniestocks bis zu der bestimmten Höhe aufgeführt und wird hierüber alsdann das Dach aufgestellt. Werden die Dachgesimse von Holz hergestellt, so werden über die Kniestockmauern Mauerlatten gestreckt, über welche die kleinen Stichbalken in der erforderlichen Länge hinwegragen. Sollen die Gesimse massiv hergestellt werden, und bildet also die Mauer des Kniestocks einen Theil derselben oder wird das Gesimse damit unmittelbar verbunden, so muss das Dach vor Ausführung dieser Gesimse vollständig aufgerichtet werden und sind dann die Dachgespärre durch fest abgebundene und abgeschwertete Trempelwände zu unterstützen. Durch diese Aufmauerung des Kniestocks und die damit verbundenen Gesimse darf die erforderliche Unterstützung des Daches aber nicht beschafft werden, weil sonst jede durch Wind und Sturm hervorgerufene Erschütterung direkt und unmittelbar auf die Gesimse wirken würde und dadurch leicht ein Herabsturz derselben veranlasst werden könnte.

Was die Höhe der Fenster und deren Brüstungen betrifft, so werden diese auch jedesmal von der Oberkante der betreffenden Fussböden abgesteckt. Erhalten die Fenster äusserlich in der Höhe der Brüstung Sohlbänke von Sandstein, so dürfen diese nicht in ihrer ganzen Länge volluntermauert aufgelegt werden, sondern sie werden in der Mitte hohl gelegt, damit, wenn das Gebäude sich in der einen oder anderen Weise etwas setzen sollte, diese Sohlbänke nicht durchspringen. Erst später beim Abputz der äusseren Mauerflächen werden diese hohlen Zwischenräume ausgefüllt. Dagegen diejenigen Sohlbankleisten oder Bandleisten, welche in vollen Mauerpfeilern verlegt werden, erhalten gleich ein volles Auflager in ihrer ganzen Länge.

Erhält ein Gebäude eine äussere Sockelbekleidung von Sandstein- oder Granitplatten, so wird diese gleichzeitig beim Aufführen der Mauer mit versetzt und wird die Hintermauerung mit vollen Mörtelfugen gegen diese Platten ausgeführt. Diese Platten müssen ausser ihrem Vorstande vor der Mauer noch eine Stärke von mindestens 10 Zentimeter erhalten, und ist es zweckmässig,

die einzelnen Platten an ihrer oberen Kante durch eingelassene mit Blei vergossene eiserne Klammern mit der Hintermauerung zu verbinden. Zu diesem Vergiessen der Klammern darf aber weder Gips noch Schwefel verwendet werden.

Erhalten die Thüren Einfassungen von Sandstein oder Granit, so werden diese gleichzeitig bei Aufführung der bezüglichen Mauer aufgestellt und wird mit vollen Mörtelfugen gegen gemauert. Dasselbe findet auch Anwendung, wenn die Fenster derartige Einfassungen erhalten. Eine nachträgliche Einstellung dieser Theile ist durchaus verwerflich, weil sie nie in der gehörigen Weise zu befestigen sind und überhaupt auch diese Arbeit dann mit bedeutend grösseren Schwierigkeiten verbunden ist.

Sind nun die sämmtlichen Mauern eines Gebäudes bis zur erforderlichen Höhe aufgeführt und das Dach für den einen oder anderen angegebenen Fall aufgerichtet, so wird zunächst das Dach eingelattet oder eingeschalt, je nachdem dasselbe mit Ziegeln, Schiefer, Asphalt, Metall oder anderen Materialien eingedeckt werden soll, und sucht man dann das Dach in allen Fällen möglichst schnell soweit einzudecken oder dicht zu legen, dass das Regenwasser möglichst abgeleitet werden kann. Bei hohen eingelatteten Dächern, die mit Ziegeln eingedeckt werden sollen, ist dieses sehr leicht auszuführen, indem man das Dach vorläufig mit alten oder auch gleich mit den später zur Verwendung kommenden Dachziegeln einhängt. Schwieriger ist dieses aber bei flacheren Dächern und ohne bedeutende Mehrkosten als für Errichtung eines provisorischen Wetterdaches nicht auszuführen, und ist es daher in solchen Fällen um so mehr notwendig, die dann noch fehlenden Arbeiten möglichst zu fördern, damit das Dach eingedeckt und somit das Regenwasser abgeleitet werden kann. Es werden daher, sobald das Dach aufgerichtet ist, sofort die noch fehlenden Mauerarbeiten, als Giebel, Gesimse, Schornstein oder sonstige Aus- und Aufbauten hergestellt, die erforderlichen Dachrinnen, wenn solche mit den Gesimsen verbunden werden, angebracht und hiernach zur ordnungsmässigen Eindeckung des Daches geschritten.

Zur weiteren Ausführung des Baues wird, nachdem das Dach eingedeckt ist, zunächst der Dachboden mit Brettern übergelegt und zwar in dem Zustande, wie er später bleiben soll. Hierauf wird die darunter befindliche Balkendecke verschalt und mit dem Berohren der einzelnen Zimmer- und Flurdecken und dem darauf folgenden Aussetzen dieser berohrten Decken mit Kalk- oder Gypsmörtel begonnen und nachdem dieser Mörtelaussatz genügend abgetrocknet ist, mit den Putzarbeiten an diesen Decken und den Wänden des Stockwerks bis zur Vollendung fortgefahren. Um bei diesen Putzarbeiten aber keine Störung zu veranlassen, müssen gleichzeitig auch die äusseren Fensterrahmen in den Fensteröffnungen eingesetzt werden, damit die Fensterlichter ebenfalls mit fertig abgeputzt werden können. Werden aber die Fensterrahmen gegen Mauerabsätze gestellt und werden die inneren Fensterwände dann mit Holztäfelung bekleidet oder werden im Innern Fensterläden angeordnet, so lässt man zweckmässig die Fensterrahmen so lange fort, bis mit dem äusseren Abputz begonnen werden soll.

Ist ein solches Stockwerk fertig abgeputzt, so ist es jedenfalls am zweckmässigsten, zuerst nunmehr die Verschalung der nächst unteren Balkendecke herzustellen, es sei denn, dass die Fussböden in dem fertig abgeputzten Stockwerke aus einem Fehlboden mit darüber gelegten Parquetböden hergestellt würden, in welchem Falle der Fehlboden vor Beginn des Abputzens der Decke

hergestellt werden muss. Bestehen die Fussböden nur aus einer sauber abgehobelten und gestrichenen Bretterlage, so ist die Verlegung derselben in dem fertig abgeputzten Stockwerke schon vor der Herstellung der unteren Deckenverschalung und des Abputzes derselben insofern nicht zweckmässig, weil die Bretter zu sehr der Einwirkung des Wetters ausgesetzt sein würden, so lange die Fenster nicht vollständig geschlossen werden können, welches aber wegen notwendiger Austrocknung des Wand- und Deckenputzes vorläufig nicht geschehen darf. Könnte man die Fussböden genügend gegen die unmittelbare Einwirkung des Wetters schützen, so wäre es jedenfalls vorzuziehen, dass dieselben vorher fertig verlegt würden, weil später beim Verlegen derselben die unterhalb befindlichen geputzten Decken zu leicht beschädigt werden können. Sollen Einschiebedecken angeordnet werden, so sind diese vor Herstellung der Verschalung einzurichten. Dessgleichen sind, wie auch schon oben erwähnt wurde, die rauhen Fehlboden, worauf später Parketfussböden gelegt werden sollen, vor Herstellung der darunter anzubringenden Verschalung auszuführen, damit die einzelnen angenagelten Schalbretter nicht wieder losgetreten werden können. Fernere Arbeiten, die vor dem Berohren und Abputz der unteren Decken ausgeführt werden müssen, sind die vollständig wagerechten Abgleichungen der Balkenoberflächen und die nötigen Auffütterungen für die Fussböden, damit bei dem späteren Verlegen der Fussböden keine bedeutende Erschütterungen entstehen, wodurch möglicherweise der Deckenputz vom Rohr gelöst werde, oder doch jedenfalls Risse entstehen können, die aber für die spätere Haltbarkeit des Putzes nachtheilig sind. Sind diese Arbeiten ausgeführt, so wird in derselben Weise des nächst unteren Stockwerks fortgefahren, wie bei dem oberen Stockwerk angegeben ist.

Wird das Souterrain oder der Keller gewölbt, so werden die Gewölbe erst dann aufgeführt, sobald das Dach vollständig eingedeckt und der Dachboden vollständig mit Brettern fest und dicht übergelegt ist, weil man alsdann nicht mehr das Einregnen, sowie ferner auch das Herabfallen schwerer Gegenstände auf die Gewölbe, wodurch diese leicht beschädigt werden, zu befürchten hat.

Sind sämmtliche Putzarbeiten im Innern des Gebäudes hergestellt, desgleichen die Fensterrahmen eingesetzt und beglaset und die sämmtlichen Fussböden gelegt, so werden die verschiedenen inneren Tischlerarbeiten als Stubenthüren und Fussleisten angeschlagen und die Treppen aufgestellt, mit welchen letzteren man aber gewöhnlich in den oberen Stockwerken zuerst anfängt, um das Betreten der Treppenstufen möglichst zu verhindern, weil sie sonst nur zu sehr bald dadurch beschädigt werden würden.

Der äussere Abputz des Gebäudes währt jedenfalls am vortheilhaftesten bis zum Schluss, weil bis dahin die Mauern noch wesentlich austrocknen können. Um die äussere Witterung im Innern abzuhalten, werden die Fenster dann so lange mit ordinärem Glase provisorisch beglaset.

Zum Schluss werden die steinernen Fussböden in den verschiedenen Räumen, wo sie angewendet werden sollen, belegt.

Nachdem hier nur im Allgemeinen der Verlauf der Arbeiten bei einem neu aufzuführenden Gebäude angegeben ist, ist die Ausführung und Anordnung der verschiedenen Arbeiten noch im Speziellen zu betrachten, und soll der nächste Gegenstand, welcher hier besprochen wird, die Bestimmung der erforderlichen Stärke der Mauern und Fundamente sein.

§ 46. Ueber die Stärke der Mauern und Fundamente.

Bei Bestimmung der Stärke der Umfangsmauern eines Gebäudes sind verschiedene Umstände zu berücksichtigen; zunächst und hauptsächlich ist die Stärke einer Umfangsmauer eines Gebäudes davon abhängig, zu welchem Zwecke das Gebäude benutzt werden soll, welche Ausdehnung (als Länge und Höhe) die Mauern erhalten sollen und wie überhaupt die ganze Einrichtung des Gebäudes hergestellt wird. Erhält z. B. das aufzuführende Gebäude eine grosse räumliche Ausdehnung und haben die Mauern ausser der Einschliessung des inneren Raumes nur den Zweck, das Dach zu tragen, so dass demnach nur durch die Konstruktion dieses letzteren eine Verbindung der einander gegenüber liegenden Mauern hergestellt wird, so ist leicht einzusehen, dass die Mauern in diesem Falle eine grössere Stärke erhalten müssen, indem sie nicht allein dem Schube des Dachs, sondern auch der Einwirkung des Windes, welchem durch die Dachfläche noch eine bedeutend grössere Angriffsfläche dargeboten wird, zu widerstehen haben. Eine geringere Stärke kann jedenfalls den äusseren Mauern eines Gebäudes gegeben werden, sobald die innere Einrichtung des Gebäudes in der Art hergestellt wird, dass dieselben mit inneren Scheide- oder Trennungsmauern verbunden und durch diese gestützt werden, oder auch, wenn sie nach ihrer Höhe in gewissen Entfernungen durch eingelegte Balkenlagen nach wagerechter Richtung mit einander verbunden werden. Durch diese eingelegten Balkenlagen werden die einander gegenüber liegenden Mauern nicht allein mit einander verbunden, sondern es entsteht dadurch auch eine Belastung auf diese Mauern, welche vertikal auf dieselben drückt und wodurch ihre Stabilität jedenfalls vergrössert wird, vorausgesetzt, dass die Mauern eine solche Stärke haben, dass sie unter dieser Last nicht einknicken.

Ferner ist aber die erforderliche Stärke einer Mauer sehr wesentlich abhängig von der Wahl des Materials, aus welchem sie hergestellt werden soll; denn eine Mauer, die aus regelmässig geformten und gut gebrannten Ziegelsteinen hergestellt wird, welche im gehörigen Verbande in Zement- oder Kalkmörtel vermauert werden, bedarf nie einer solchen Stärke als eine aus Bruchsteinen herzustellende Mauer, die von gleicher Länge und Höhe wird und zu demselben Zwecke dienen soll, wie die aus Ziegelsteinen herzustellende Mauer. Bei Anwendung von Ziegelsteinen ist aber ferner, namentlich wenn die aufzuführenden Mauern später einen starken vertikalen Druck erleiden sollen, die Güte der Steine selbst zu berücksichtigen und die rückwirkende Festigkeit derselben hierbei bis zu einer bestimmten Grenze in Betracht zu ziehen, indem die Güte und überhaupt die Festigkeit der Ziegelsteine sehr verschieden ist. Die rückwirkende Festigkeit der Steine wird aber namentlich in hohem Grade bei grösseren Bogen und Gewölbebauten erheblich in Anspruch genommen.

Bei Mauern aus Bruchsteinen kann die rückwirkende Festigkeit der Steine schon wegen der grossen Unregelmässigkeiten der einzelnen Steine und wegen des hieraus notwendig entstehenden unregelmässigen Verbandes nicht in Betracht kommen; im Uebrigen ist dieses auch überflüssig, da die rückwirkende Festigkeit der Bruchsteine wenn nicht grösser, doch ebenso gross in den meisten Fällen ist als diejenige der gebrannten Ziegelsteine. Die erforderliche grössere Stärke, welche man den Bruchsteinmauern geben muss, wird nur

durch die Unregelmässigkeit des Verbandes der Mauer bedingt. Eine Mauer, die aus Feldsteinen hergestellt wird, bedarf wieder noch einer grösseren Stärke als eine solche aus Bruchsteinen, weil bei Feldsteinen die Lagerflächen meistens fehlen oder doch nur sehr mangelhaft vorhanden sind und ein Gleiten der Steine übereinander um so leichter stattfinden kann, ferner aber auch bei Anwendung derselben nicht der gehörige Verband, weder nach der Länge, noch nach der Quere genügend herzustellen ist.

Ueber die Bestimmung der erforderlichen Stärke, welche den Mauern in den verschiedenen Fällen zu geben ist, fehlt es durchaus an bestimmten und allgemein geltenden Regeln, welche auch schwerlich in einer bestimmten Weise aufzustellen sind. Es gelten meistens Erfahrungssätze, nach welchen man die Stärke der Mauern bestimmt. Aber auch selbst diese Erfahrungssätze sind nicht immer übereinstimmend und werden hiernach nicht selten Mauerstärken festgestellt, welche nach an anderen Orten gemachten Erfahrungen ohne Nachtheil für das aufzuführende Gebäude hätten geringer angenommen werden können.

In manchen Städten sind die Mauerstärken gesetzlich vorgeschrieben und sind dann dieselben für diese Orte nur maassgebend. Diese gesetzlich vorgeschriebenen Mauerstärken sind unter Zuziehung von Sachverständigen festgestellt und zwar, wie anzunehmen ist, dann für alle Fälle ohne Unterschied, weil sonst in jedem einzelnen Fall in Betreff der Mauerstärken eine besondere Bestimmung wieder gegeben werden müsste, welches aber sehr leicht zu den grössten Unzuträglichkeiten führen könnte. In anderen Städten dagegen, wo eine gesetzliche Bestimmung darüber nicht weiter besteht, als dass die geringste zulässige Stärke einer Mauer festgestellt ist, werden die Mauerstärken bei Gebäuden mehr willkürlich angenommen, ohne aber unter die Minimalstärke zu gehen. In manchen Orten ist nach den baupolizeilichen Vorschriften die Aufführung von 13 Zentimeter starken massiven inneren Scheidemauern sogar wegen angeblich zu geringer Stabilität verboten, wo dagegen an anderen Stellen solche innere einen halben Stein starke Mauern nicht allein zulässig sind, sondern dieselben dem beabsichtigten Zweck bis dahin immer vollständig entsprochen haben. Man findet sogar bei kleinen einstöckigen Wohnhäusern auf dem Lande nicht selten, sondern sogar sehr häufig, dass die äusseren Umfassungsmauern bis zu einer Höhe von 2,8 Meter nur in der Stärke eines halben Steins ausgeführt sind, wobei aber bei Aufführung derselben dann gleich die Vorsicht gebraucht wird, dass gleichzeitig mit den äusseren Mauern auch die inneren Mauern aufgeführt werden und somit das sämmtliche Mauerwerk in richtigem Verbande hergestellt wird. So findet man auch in manchen Städten die Umfassungsmauern zweistöckiger und selbst dreistöckiger Wohngebäude nur in einer Stärke von höchstens 28 Zentimeter aufgeführt, wo dagegen an anderen Stellen die Vorschriften der Baupolizei eine Stärke von mindestens 40 Zentimeter verlangen.

Hiernach zu urtheilen, müsste man zu dem Schluss gelangen, dass an einer Stelle mit grossem Leichtsinn verfahren würde und Gebäude mit solchen schwachen Umfassungsmauern durchaus keine längere Dauer haben könnten. Dieses ist aber dennoch nicht der Fall, denn es hat hier auch die Erfahrung hinlänglich gezeigt, dass die schwächeren Mauern ebenfalls genügen, sobald die innere Anordnung der Gebäude nur der Art ist, dass die äusseren Mauern durch die inneren nicht allein gestützt, sondern mit denselben auch gehörig verbunden werden, und ferner, dass durch diese inneren Mauern, selbst

wenn sie auch nur in der Stärke eines halben Steins ausgeführt sind, die Balkenlagen im Innern so unterstützt werden, dass die äusseren Mauern nur einen geringen Theil der Belastung zu tragen erhalten und ausserdem aber wieder durch die Balkenlagen verankert werden. In diesem Falle sind die inneren Mauern, welche durch die in- und umliegenden Balken in ihrer richtigen Stellung erhalten werden, jedenfalls als Verstärkungs- oder Strebepfeiler anzusehen. Werden aber diese inneren, wenn auch nur in der Stärke eines halben Steins aufgeführten massiven Mauern durch Holzwände ersetzt, so hört die erwähnte Verbindung vollständig auf und würde in solchem Falle für mehrstöckige Häuser eine Mauerstärke von 28 Zentimeter nicht mehr zureichend sein, wenigstens durchaus nicht in dem Grade, dass eine längere Dauer des so aufgeführten Gebäudes zu erwarten stände und würde diese dann nur durch häufig wiederkehrende Reparaturen zu erreichen sein.

Die Stabilität einer Mauer ist nicht allein von der verhältnissmässigen Stärke zu der Höhe derselben abhängig, sondern es muss dabei hauptsächlich ihre freistehende Länge in Betracht gezogen werden. Bei Gebäuden, in welchen Quermauern vorhanden sind, welche mit den äusseren Mauern in genügender Verbindung stehen, bilden diese Quermauern Stützpunkte für die äusseren Mauern und auch umgekehrt; ebenso dienen auch die massiven Giebelmauern zu demselben Zweck. Es kommt aber immer darauf an, in welchen Entfernungen von einander solche Verbindungen stattfinden, und welche Höhe alsdann die von diesen Mauern eingeschlossenen Räume erhalten. Ferner ist aber auch nicht ausser Betracht zu lassen, welche Anordnung die Decken solcher Räume erhalten sollen, ob gewölbte oder Balkendecken. Wenn nun in manchen baupolizeilichen Bestimmungen die Mauerstärken grösser angenommen werden und diese Stärken je nach der Anzahl der Stockwerke eines Gebäudes genau bestimmt sind, so ist leicht einzusehen, dass in manchen Fällen bei diesen grösser vorgeschriebenen Mauerstärken ein nicht unbedeutender Mehraufwand an Baumaterialien stattfindet als notwendig ist, weil das Gesetz innerhalb der vorgeschriebenen Bestimmungen keine Unterschiede machen und überhaupt keine Ausnahme zulassen kann, indem das Gesetz dadurch sofort lückenhaft werden würde, zumal bei der grossen Verschiedenheit der vorkommenden Fälle für jeden einzelnen keine bestimmte Vorschrift besonders gegeben werden kann.

Nimmt man z. B. zwei Gebäude von verschiedener Grösse, aber von einer gleichen Anzahl von Stockwerken; in dem einen Gebäude betrage die Tiefe der Zimmer durchschnittlich 6 Meter und darüber, in dem anderen Gebäude höchstens 4,5 Meter, so wirken in dem ersteren Falle die eingelegten Balkenlagen, wenn sie auch verhältnissmässig stärker angenommen wurden, wegen ihrer grösseren freiliegenden Länge und der daraus notwendig entstehenden Erschütterungen bei Benutzung derselben, jedenfalls stärker und nachtheiliger auf die Mauern, als dieses im zweiten Falle bei Anwendung ebenfalls verhältnissmässig starker Balken stattfinden wird, wenn in beiden Fällen die äusseren Mauern gleiche Stärke erhalten. Dieses letztere schreibt aber das Gesetz vor, wenngleich im ersteren Fall bei der grösseren Tiefe der inneren Räume zur Erhaltung eines gleichmässigen Resultats mit dem zweiten Fall unbedingt eine grössere Mauerstärke erforderlich sein würde.

Wie schon erwähnt, gelten meistens Erfahrungssätze, nach welchen die Stärken der Mauern angenommen werden. Der Ausdruck „Erfahrungssatz“ ist aber sehr unbestimmt und wollen viele ihre Ansicht als Erfahrungssatz

geltend machen, woher es denn auch kommt, dass die Erfahrungssätze verschiedentlich sehr von einander abweichen und an solchen Orten, wo das Gesetz für alle Fälle die Mauerstärken vorschreibt, keine genügenden Erfahrungen gesammelt werden können, sondern diese als auf Erfahrung begründet angenommen werden. Eine Hauptursache dieser verschiedenen Ansichten in Betreff der Mauerstärken ist aber wesentlich darin zu suchen, dass man bei allen Bestimmungen die Ausführung und Anordnung der Fundamente der Mauern selbst durchaus nicht in Betracht zieht. Es trägt jedenfalls im hohen Grade zur Stabilität einer Mauer bei, ob das Fundament derselben aus einem vollständig dichten und geschlossenen Mauerkörper besteht oder nicht. Wird das Fundament von Ziegelsteinen in regelrechtem Verbande aufgeführt, so kann, vorausgesetzt dass der Grund genügend fest ist, ein Auseinanderweichen desselben nicht stattfinden, weil einmal die Steine gehörig ineinander greifen und ferner der Mörtel mit den Steinen eine innigere Verbindung eingeht; wird dagegen das Fundament aus Bruchsteinen hergestellt, so kann wegen der Unregelmässigkeit der einzelnen Steine einmal kein genügender Verband hergestellt werden, ferner aber findet auch keine so innige Verbindung zwischen Mörtel und Steinen statt, wie dieses beim Ziegelmauerwerk der Fall ist.

Sehr beachtenswert sind jedenfalls diejenigen Regeln, welche *Rondelet* in seinem Werke „art de batir“ zur Bestimmung der Stärke der verschiedenen Mauern aufgestellt hat, und zwar auf Grund sehr umfassender Untersuchungen, die bei einer grossen Anzahl von Gebäuden aller Art älterer und neuerer Zeit stattgefunden haben.

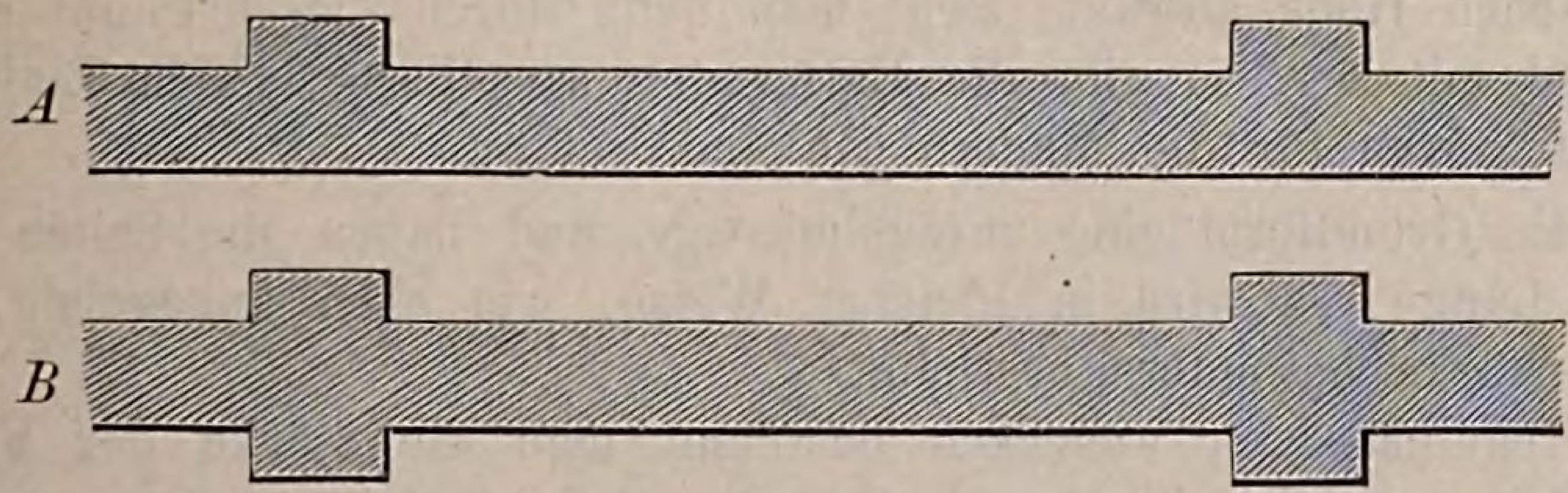
Derselbe leitet hieraus zunächst die ganz allgemeinen Regel her, dass man im Allgemeinen drei Grade der Stabilität annehmen könne, nämlich: eine grosse Stabilität, eine mittlere Stabilität und eine geringe Stabilität. — Die Mauer habe eine grosse Stabilität, wenn die Stärke derselben gleich dem achten Theil ihrer Höhe genommen werde. Eine mittlere Stabilität werde erhalten, wenn die Stärke der Mauer gleich dem zehnten Theil ihrer Höhe betrage, und endlich eine geringe Stabilität, wenn die Stärke der Mauer gleich dem zwölften Theil der Höhe angenommen werde.

Diese allgemeinen Regeln beziehen sich jedenfalls nur auf isolirt stehende Mauern, wie *Rondelet* auch selbst zugibt, indem er sagt, dass, da bei Gebäuden die Mauern aneinander gesetzt sind, daraus folgt, dass dieselben bei einer geringeren Stärke bisweilen eine hinreichende Stabilität haben können; ferner aber gibt derselbe auch für andere Fälle verschiedene Verfahren an, die erforderlichen Stärken der Mauern durch Zeichnung oder Rechnung zu bestimmen.

Die Stabilität einer isolirt stehenden Mauer hängt aber nicht allein von der im Verhältniss zur Höhe bestimmten Stärke ab, sondern auch sehr wesentlich noch von ihrer Länge, welche aber bei der allgemeinen Regel nicht weiter in Betracht gezogen ist. Es ist nun sehr leicht einzusehen, dass bei einer langen freistehenden Mauer unter eben nicht sehr starken Kraftwirkungen gegen dieselbe Schwankungen entstehen, welche bei längerer Dauer die Mauer zum theilweisen Umsturz bringen können, jedenfalls aber ihren inneren Verband stören und somit auch ihre Stabilität verringern. Es ist daher notwendig, dass eine solche Mauer in gewissen Entfernungen durch solche Anordnungen verstärkt oder doch in mehrere einzelne Felder so getheilt werde, dass die Bestimmung der Stärke der Mauer als auf jedes einzelne Feld zu

beziehen ist. Hierzu dient nun die Anordnung von vortretenden Pfeilern, welche in gewissen Entfernungen von einander und gleichzeitig mit der übrigen Mauer in vollständigem Verbande aufgeführt werden können. Diese Pfeiler werden nun entweder an der inneren oder an der äusseren Seite der Mauer oder auch nach beiden Seiten hin vortretend hergestellt, wie dieses in nachstehenden Figuren 136 A B dargestellt ist.

Figur 136.

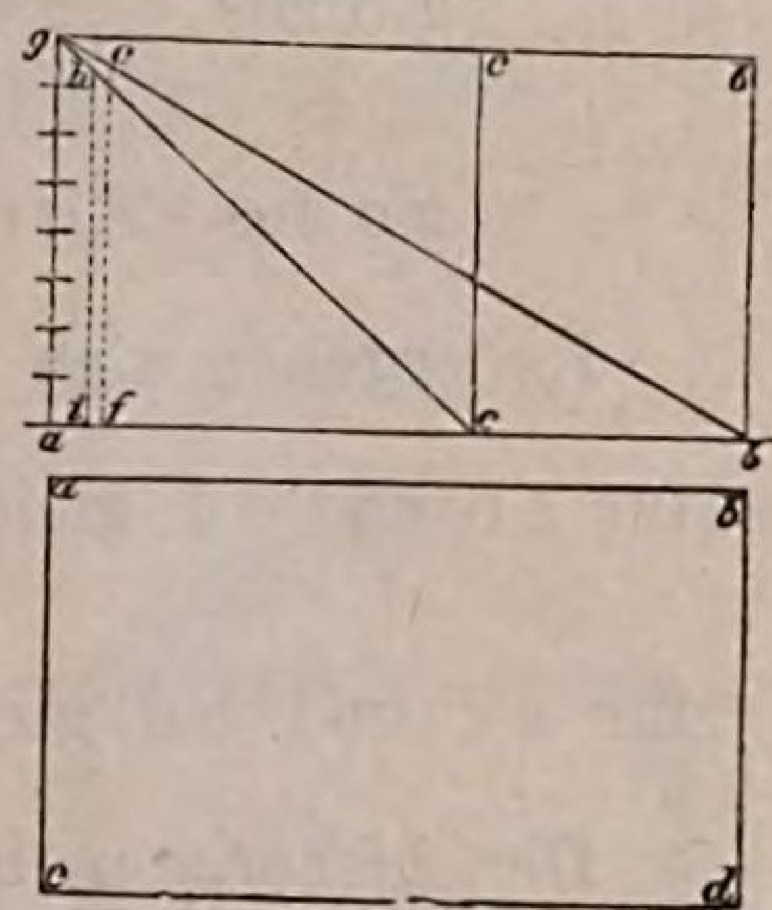


Solche Pfeiler werden bei ganz freistehenden Mauern in Entfernungen von 3 bis 3,5 Meter angeordnet, und kann man bei dieser Anordnung dann die Stärke der Zwischenfelder für eine mittlere Stabilität bestimmen, zumal wenn man die Pfeiler nach beiden Seiten hin und zwar jedesmal nur eine halbe Steinlänge vortreten lässt. Was die Breite dieser Pfeiler betrifft, so werden dieselben nie unter einer Steinlänge hergestellt und meistentheils nimmt man $1^1/_2$ Steinlängen, auch wol 2 Steinlängen zur Breite der Pfeiler an.

Eine isolirt stehende Mauer wird ferner bedeutend an Stabilität gewinnen, sobald sie an ihrem Ende mit einer anderen unter irgend einem Winkel darauf gerichtete Mauer verbunden wird, und noch mehr wird dieses der Fall sein, wenn die Mauer an ihren beiden Enden mit anderen daraufstossenden Mauern verbunden wird, so dass hier Mauerecken entstehen.

In neuerer Zeit sind mehrfach Zeichnungen zu Mauerverbänden herausgegeben, bei denen man aber die Gesetze der Stabilität gänzlich ausser Acht gelassen hat und nur Rücksicht auf die Bindekraft des dabei zu verwendenden Portland-Zement nimmt. Es sind dieses die aus Kantsteinen aufgeführten Einfriedigungsmauern von Höfen und Gärten. Wenn nun auch derartige Ausführungen die grosse Bindekraft des Portland-Zements zur Genüge beweisen, so sind diese für diesen Zweck sehr vortheilhaft, aber für die Ausführung selbst sind derartige Vorschläge durchaus verwerflich.

Figur 137.



Soll irgend ein unbedeckter Raum mit Mauern von bestimmter Höhe umgeben werden, wo also der Grundform gemäss eine bestimmte Anzahl von Mauerecken entstehen, so bilden diese Mauerecken auch wieder feste Punkte und gibt für diesen Fall *Rondelet* zur Bestimmung der erforderlichen Stärken der einzelnen Zwischenmauern folgendes Verfahren an.

Es sei in nebenstehender Figur 137 a b c d ein Raum von oblonger Form, welcher durch Mauern von einer bestimmten Höhe eingeschlossen werden soll.

Um die erforderliche Stärke der Mauern zu finden, zeichne man das Rechteck a g b b, dessen Grundlinie a b gleich der Länge der bezüglichen Mauer und dessen Höhe a g

gleich der bestimmten Höhe der aufzuführenden Mauer ist. Man theile die gegebene Höhe in acht gleiche Theile, ziehe die Diagonale g b und trage darauf von g nach e den achten Theil der Höhe a g ab; zieht man nun durch diesen Punkt e die Linie e f parallel mit a g, so gibt die Entfernung a f dieser beiden Linien die erforderliche Stärke der Mauer an.

In gleicher Weise wird auch die Stärke der Mauern a c und b d gefunden, indem man in dem Rechtecke die Linie a c als Grundlinie annimmt, die Diagonale c g zeichnet und auf dieser von g nach h den achten Theil der gegebenen Höhe abträgt; zieht man dann durch diesen Punkt h die Linie h i parallel mit a g, so gibt die Entfernung a i dieser beiden Linien die erforderliche Stärke für die Mauern a c und b d an.

Ist die Grundform eine unregelmässige und haben die Seiten eine verschiedene Länge, so wird in gleicher Weise, wie eben angegeben, für jede Seite die Stärke besonders bestimmt.

Bei regelmässigen Vielecken bestimmt man die Stärke der Mauern nur für eine Seite, welche dann auch für alle übrigen Seiten gilt.

Erhält das Gebäude einen kreisförmigen Umfang, so ist dieser ebenfalls wie ein regelmässiges Vieleck zu betrachten und nimmt *Rondelet* in solchem Falle die Hälfte des Halbmessers des Kreisumfangs als Seite eines Vielecks an und bestimmt dafür in der oben angegebenen Art die Stärke der Umfangsmauern. Ist z. B. der Durchmesser des mit einer Mauer zu umschliessenden Raumes gleich 20 Meter und die Höhe der Mauer wird gleich 4 Meter bestimmt, so hat man ein Rechteck zu zeichnen, dessen Grundlinie $^1/_4$ des Durchmessers gleich 5 Meter und dessen Höhe gleich 4 Meter ist. Hierauf zieht man die Diagonale und trägt auf dieser aus dem Eckpunkte den neunten Theil der Höhe ab, zieht durch den so erhaltenen Punkt alsdann eine Parallele mit der Seite des Rechtecks, wo dann der Abstand dieser beiden Linien von einander die Stärke der Mauer bezeichnet.

Durch Rechnung lassen sich die einzelnen Mauerstärken sehr leicht finden, indem hier die Linien a g, a b und a c in obiger Figur 137 als bekannte Grössen anzunehmen sind und hieraus die Diagonalen g b und g c leicht berechnet werden können.

Man hat nämlich $gb^2 = ag^2 + ab^2$, also die Diagonale $gb = \sqrt{ag^2 + ab^2}$;

ferner $gc^2 = ag^2 + ac^2$, also die Diagonale $gc = \sqrt{ag^2 + ac^2}$.

Nunmehr lassen sich auch sehr leicht die Winkel g b a und g c a durch Rechnung finden und zwar hat man, da

$$gb \cos \sphericalangle gba = ab \text{ ist, also } \cos \sphericalangle gba = \frac{ag}{gb} \text{ und da ferner}$$

$$gc \cos \sphericalangle gca = ac \text{ ist, also } \cos \sphericalangle gca = \frac{ac}{gc}.$$

Es ergeben sich nun die Stärken der Mauern hieraus

$$\text{für } ab \text{ und } cd \text{ gleich } {}^1/_8\, ag \cos \sphericalangle gba = {}^1/_8\, ag \cdot \frac{ab}{gb} \text{ und}$$

$$\text{für } ac \text{ und } bd \text{ gleich } {}^1/_8\, ag \cos \sphericalangle gca = {}^1/_8\, ag \cdot \frac{ac}{gc}.$$

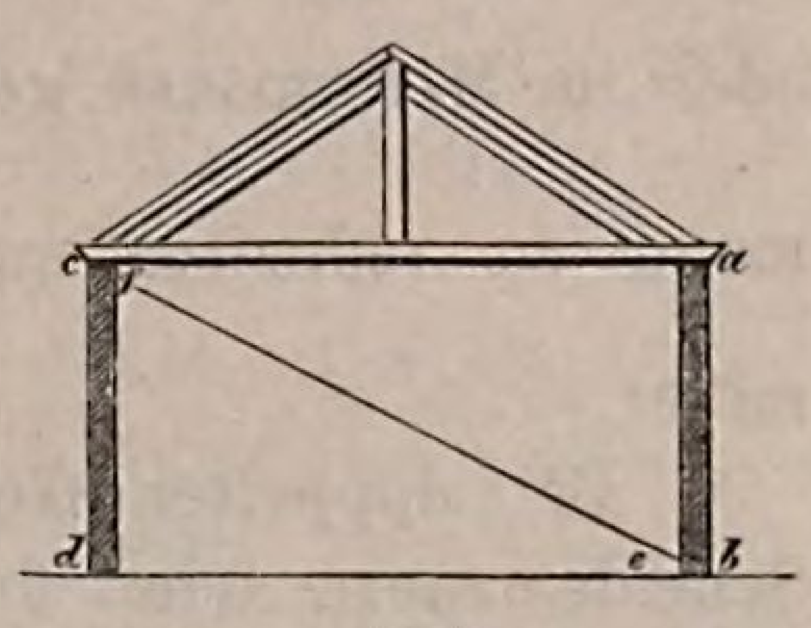
Die bisherigen Bestimmungen bezogen sich auf Ringmauern von unbedeckten Räumen. Dieselben können aber dennoch nur bis zu einer gewissen Grenze Anwendung finden, indem bei einer grossen Entfernung der beiden

Seitenmauern von einander der mittlere Theil der verbindenden Mauer keinen grossen Widerstand mehr leisten kann und dieser Theil daher dann fast einer einzeln stehenden Mauer gleich angesehen werden kann. In solchem Falle würde dann in der Mitte der Mauer jedesmal eine Verstärkung anzubringen sein, wodurch dieser Mauertheil mehr Widerstandsfähigkeit erhält. Wäre man im Stande, eine Mauer in der Art aufzuführen, dass sie gleich ein festes Ganze bildete, so hätte man weniger nötig auf solche Verstärkungen weiteren Bedacht zu nehmen. Der nötige Grad der Festigkeit tritt aber erst nach Verlauf von Jahren ein, wo die Verbindung des Mörtels mit den Steinen so fest geworden ist, dass beide Theile nicht von einander zu trennen sind. Bei frisch aufgeführten Mauern und namentlich, wenn kein bedeutender vertikaler Druck auf denselben lastet, ist die Adhäsion des Mörtels zu den Steinen noch sehr gering und daher um so mehr Vorsicht erforderlich. Es ist nun sehr schwierig eine genaue Grenze, bis zu welcher Verstärkungen erforderlich sind, anzugeben; es ist aber auch wieder durchaus unzweckmässig, die äusserste Grenze suchen und diese nur benutzen zu wollen, und ist es, da hier erforderliche Verstärkungen durchaus keinen unverhältnissmässig grossen Aufwand an Materialien notwendig machen, jedenfalls vorzuziehen, wenn man eine Grenze annimmt, innerhalb welcher man vollständig sicher gestellt ist. Diese Grenze, bis zu welcher Verstärkungen notwendig werden, würde sein, wenn die Länge der Mauer die sechsfache Höhe derselben betrüge und würden in solchem Falle in der Mitte der Mauer zwei Verstärkungspfeiler anzuordnen sein. Allgemein würde man in diesem Falle die Entfernung der Verstärkungspfeiler gleich der doppelten Höhe der Mauer anzunehmen haben.

Bei Gebäuden, die mit einem Dache versehen werden und wo also die einander gegenüberliegenden Mauern durch die Dachbalkenlage und sehr häufig auch ausserdem noch durch andere eingelegte Balkenlagen oder auch durch innere Mauern mit einander verbunden werden, bedürfen die Mauern zu ihrer Stabilität nicht einer solchen Stärke, wie aus obigen Bestimmungen im Allgemeinen hervorgeht; denn einmal wird durch die Einlegung der Balken eine gegenseitige Stützung der einander gegenüberliegenden Mauern hervorgebracht und ferner wirkt das Gewicht des Daches nach vertikaler Richtung auf die Mauern und vermehrt also deren Stabilität und namentlich an denjenigen Stellen, wo die Mauern den geringsten Widerstand gegen Seitenwirkungen leisten können, nämlich an ihrem oberen Theil, wo durch Abnahme der Anzahl der drückenden Mauerschichten das drückende Gewicht immer geringer wird.

Rondelet unterscheidet hier zunächst zwei Fälle und zwar einmal Gebäude, die mit einem einfachen Dache versehen sind und bei welchen die Mauern auf beiden Seiten in ihrer ganzen Höhe bis unter die Dachbalken freistehend sind, und ferner solche Gebäude, bei denen die beiden das Dach tragenden Hauptmauern äusserlich noch durch niedrigere anlehnende Seitengebäude gestützt werden.

Figur 138.

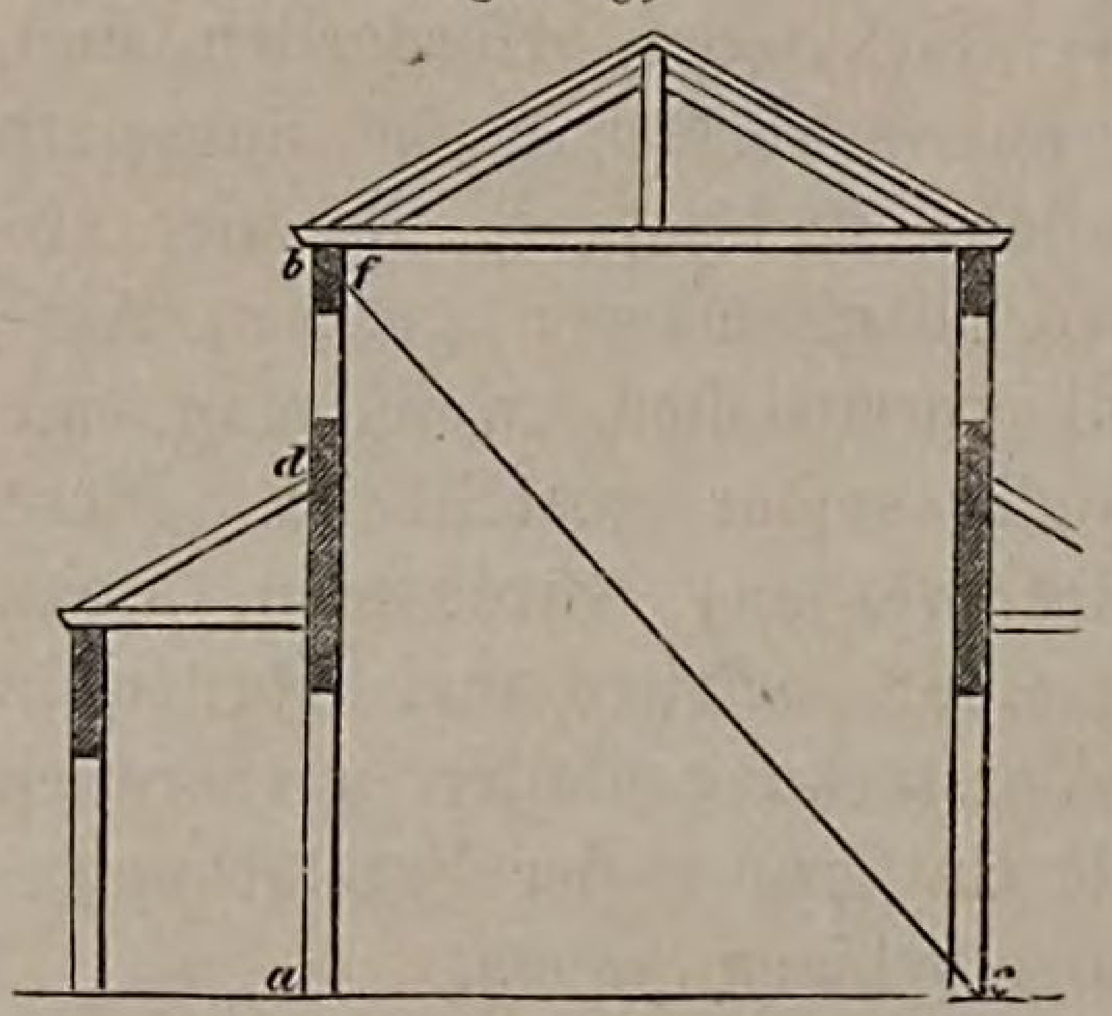


Zur Bestimmung der Mauerstärke für Gebäude des ersten Falls gibt *Rondelet* folgendes Verfahren an.

Man zieht, wie in nebenstehender Figur 138 angedeutet ist, die Diagonale b c und trägt auf dieser von b nach e und von c nach f den zwölften Theil der Höhe a b ab. Zieht man dann durch die Punkte e und f Parallellinien mit a b und c d, so geben die

Entfernungen dieser Linien von den Linien a b und c d die Stärken der Mauern an. Es ist selbstredend, dass bei den hierher gehörigen Fällen die Konstruktion und die ganze Anordnung des Gebäudes in der Art sein muss, dass die Balken nicht durch ihr eigenes Gewicht und durch eine darüber angebrachte Belastung durchbiegen können, weil dann ausser dem Vertikaldruck auch gleichzeitig ein Seitendruck entstehen würde, welcher das Bestreben hätte die Mauern von Innen nach Aussen zu drücken. Es müssen daher, wenn es erforderlich ist, die Balken entweder durch Trägerwände von unten her oder durch an im Dache konstruirte Hängewerke befestigte Träger in ihrer Mitte genügend unterstützt werden, so dass die Mauern unter allen Umständen nur einen Vertikaldruck zu erleiden haben.

Figur 139.



Bei solchen Gebäuden, wo die beiden das Hauptdach tragenden Hauptmauern äusserlich noch durch niedrigere anlehnende Seitengebäude gestützt werden, gibt *Rondelet* zur Bestimmung der Mauerstärken folgendes Verfahren an.

Man zieht, wie in nebenstehender Figur 139 angegeben ist, die Diagonale b c und trägt auf dieser von b nach f nicht nur den zwölften Theil der Höhe b d über dem Anlehnepunkt d, sondern auch den vierundzwanzigsten Theil der Höhe a d, also $^1/_{12}$ b d + $^1/_{24}$ a d, ab; zieht man dann durch f eine Parallellinie mit b a, so ist der Abstand beider Linien die gesuchte Stärke der Mauer.

Bei Gebäuden, die aus mehreren durch Balkenlagen getrennten Stockwerken bestehen, unterscheidet *Rondelet* einfache und doppelte Gebäude und nimmt als einfache Gebäude solche an, die nicht durch parallel mit den äusseren Frontmauern aufgeführte Scheidemauern der Tiefe nach getrennt sind und bei denen auch die Balkenlagen in ihrer Mitte nicht weiter unterstützt werden.

Zur Bestimmung der Stärke der Mauern bei solchen einfachen Gebäuden, addirt *Rondelet* zu der Tiefe (Breite) des Gebäudes die halbe Höhe desselben, alles in Zollen ausgedrückt und dividirt die Summe durch 24, wo dann der Quotient die erforderliche Stärke der Mauern über dem Sockel in Zollen angibt.

Ist z. B. die Tiefe eines solchen Gebäudes gleich 15 Fuss und wird dasselbe drei Stockwerke hoch, wo jedes einzelne Stockwerk mit Einschluss der Balkenlage eine Höhe von 12 Fuss erhält, also die ganze Höhe des Gebäudes 36 Fuss betragen würde, so ergibt sich nach obiger Bestimmung die Stärke der Mauer über dem Sockel gleich $\frac{(15 + 18) \cdot 12}{24}$ gleich $16\,^1/_2$ Zolle, oder im Metermaass gerechnet, hätte man die angegebenen Grössen auf Zentimeter zu reduziren und man würde erhalten $\frac{(4{,}70 + 5{,}64)\,100}{24} = 43$ Zentimeter.

Bei doppelten Gebäuden, in welchen die Balkenlagen im Innern durch Scheidemauern oder durch Trägerwände unterstützt werden, addirt *Rondelet*

die Hälfte der Tiefe zur Hälfte der Höhe und nimmt hiervon in gleicher Weise, wie oben, den vierundzwanzigsten Theil, welcher die Stärke der Mauer über dem Sockel angibt. Wenn also 2a die Tiefe des Gebäudes und 2h die Höhe desselben in Metern ausgedrückt ist, so würde die Formel sein $\frac{(a + h)\,100}{24}$ und der Quotient hieraus würde die Stärke der Mauer über dem Sockel in Zentimetern angeben.

Wenngleich nun diese Regeln aus einer grossen Anzahl von Untersuchungen an Gebäuden verschiedener Art hergeleitet sind, so stimmen sie doch nicht in allen Fällen mit denjenigen Erfahrungen überein, welche an Gebäuden gemacht wurden, die nicht bewohnt, sondern ausschliesslich nur zum Belagern mit Waaren, leichter und schwerer Qualität, benutzt werden. Man findet z. B. in Bremen eine grosse Anzahl von Packhäusern, die 3, 4 und auch 5 Stockwerke hoch sind. Bei denen, die 3 und 4 Stockwerke haben, ist die Mauerstärke im unteren Stockwerk gewöhnlich 2 Steine oder etwa $23\frac{1}{2}$ Zoll bremisch (56 Zentimeter). Manche dieser Gebäude, wenn sie von allen Seiten freistehend sind, haben im unteren Stockwerk eine Mauerstärke von $2\frac{1}{2}$ Steinen oder etwa $29\frac{3}{8}$ Zoll bremisch (70 Zentimeter), Bei diesen Gebäuden ist im nächstfolgenden Stockwerk die Mauerstärke 2 Steine und in den oberen Stockwerken $1\frac{1}{2}$ Steine. Bei den zuerst erwähnten erstreckt sich die Mauerstärke von 2 Steinen bis zu den beiden unteren Stockwerken und in den oberen Stockwerken beträgt sie $1\frac{1}{2}$ Steine: Bei den fünfstöckigen Packhäusern beträgt die Mauerstärke im unteren Stock $2\frac{1}{2}$ Steine, in den beiden nächstfolgenden Stockwerken 2 Steine und in den beiden oberen Stockwerken $1\frac{1}{2}$ Steine.

Nach der oben angeführten Regel von *Rondelet* hätten bei sämmtlichen dieser Gebäude die Mauerstärken erheblich verkleinert werden können. Es hat sich aber bei der längeren Dauer der Benutzung und bei der nicht selten sehr schweren und dann häufig noch ungleichen Belastung der verschiedenen Böden dieser Gebäude gezeigt, dass selbst bei den niedrigeren dreistöckigen Packhäusern im unteren Stockwerk eine geringere Stärke der Mauern als 2 Steinlängen nicht zulässig ist.

Die schwerste Belastung für Packhäuser ist unstreitig diejenige von Reis, welcher erst in neuerer Zeit in sehr grossen Quantitäten und in einzelnen Säcken verpackt, zugeführt wird. Ein einzelner Sack Reis wiegt 85 bis 95 Kilo und erfordert zum Lagern durchschnittlich einen Raum von 6 Quadratfuss. Die Säcke Reis werden meistens 9 Säcke hoch und in manchen Fällen sogar 10 Säcke hoch aufgepackt, je nachdem das Quantum ist, was untergebracht werden muss, wo dann selbstverständlich keine Rücksicht darauf genommen wird, ob der Boden die Last tragen kann, sondern es wird einfach untersucht, wie viele Säcke Reis untergebracht werden können. Es kommt also hier, wenn man auch nur das mittlere Gewicht von 90 Kilo per Sack annimmt, auf jeden Quadratfuss eines Bodens ein Gewicht von $9 \times 90 : 6 = 135$ Kilo. Es ist daher auch kein seltener Fall, dass durch die Belastung mit Reis einzelne Balkenlagen gebrochen sind.

Bei einem dreistöckigen Packhause von 45 Fuss Breite und 33 Fuss Höhe beträgt die Mauerstärke im unteren 12 Fuss im Lichten hohen Stockwerk $23\frac{1}{2}$ Zoll. Nach der oben angeführten Regel würde eine Stärke von $19\frac{1}{2}$ Zoll genügt haben. Bei einem anderen fünfstöckigen Packhause

von 53 Fuss Breite und 49 Fuss Höhe, beträgt die Stärke der Mauern im unteren Stockwerk $29^3/_8$ Zoll, wo nach oben angeführter Regel ebenfalls eine geringere Stärke von $25^1/_2$ Zoll zulässig gewesen wäre.

Berücksichtigt man nun, dass die von *Rondelet* angestellten Untersuchungen an Gebäuden vorgenommen wurden, die aus Zeiten herstammen, wo man an solche schwere Belastungen, wie gegenwärtig in den grösseren Handelsstädten aufgespeichert werden, noch nicht im Entferntesten dachte und wo der Handel und die Zuführung von Waaren noch so wenig ausgedehnt war, dass die Wohnhäuser noch genügende Räumlichkeiten darboten, die verschiedenen zugeführten Waaren daselbst aufzuspeichern, so sind doch die oben angeführten Regeln von *Rondelet*, wenn sie auch auf Packhäuser keine Anwendung finden können, jedenfalls sehr beachtenswerth, und sie geben auf empirischen Wege Resultate, die bis dahin durch die Theorie noch nicht haben festgestellt werden können und welche in den meisten Fällen, mit Ausschluss von Packhäusern, genügen, zumal wenn man in besonderen Fällen den Zusatz nicht unberücksichtigt lässt, welchen *Rondelet* nachfügt, indem er sagt — für eine mittlere Widerstandsfähigkeit setze man noch einen Zoll und für eine grosse Widerstandsfähigkeit noch 2 Zoll hinzu.

Diese von *Rondelet* aufgestellte Regel zur Bestimmung der Mauerstärken lässt sich aber dennoch in ihrer Form sehr gut auch bei Bestimmung der Stärke der Mauern von Packhäusern und ähnlichen schwer zu belastenden Gebäuden anwenden, wenn man statt der halben Höhe, wie oben angegeben wurde, zwei Drittel derselben annimmt. Man würde hiernach bei dem oben angeführten Beispiel des dreistöckigen Packhauses die Mauerstärke gleich $\frac{(22^1/_2 + 22) \cdot 12}{24}$ gleich $22^1/_4$ Zoll erhalten und würde dieses jedenfalls ein sehr annäherndes Resultat geben. Bei dem fünfstöckigen Packhause, welches beiläufig bemerkt in sämmtlichen fünf Stockwerken voll mit Reis belagert gewesen, würde man hiernach die Mauerstärke gleich $\frac{(26^1/_2 + 32^2/_3)\, 12}{24}$ gleich $29^7/_{12}$ Zoll erhalten, welches Resultat jedenfalls annähernd genug ist und für die Brauchbarkeit dieser Formel spricht.

Bei Anwendung dieser Formel ist aber unter allen Umständen Rücksicht auf das zum ganzen Bau zu verwendende Material zu nehmen. Diese Formel kann nur Anwendung bei solchen Gebäuden finden, deren Umfangsmauern nicht allein, sondern deren sämmtliche Fundamente ebenfalls aus vollständig regelmässigem Ziegelmauerwerk hergestellt werden. Hier in Bremen werden sowol die Umfangsmauern als auch die sämmtlichen Fundamente aus guten Ziegelsteinen in regelrechtem Verbande vermauert, ausgeführt. Wollte man die Fundamente der Mauern aus unregelmässigen Bruchsteinen herstellen, so würden diese schon nicht genügen solche Lasten zu tragen und sie würden jedenfalls unter solchen Belastungen, wie oben angegeben, aus einander gedrückt werden; in solchem Fall würde auch die Anwendung einer bedeutend stärkeren Ziegelmauer über dem aus Bruchsteinen aufgeführten Fundamente keine Sicherheit gewähren. Wollte man die Umfangsmauern in der Stärke, wie sie obige Formel ergibt, aus unregelmässigen Bruchsteinen ausführen, so würde man jedenfalls Gefahr laufen, dass dieselben unter dem Druck der Belastung zusammenbrächen. Man würde daher in solchen Fällen die gefundene Stärke um mindestens ein Drittel derselben zu vergrössern haben und ausser-

dem würde beim Aufführen der Mauern die grösste Vorsicht zur Einhaltung eines richtigen Verbandes zu beachten sein, weil diese aus Bruchsteinen ausgeführten Mauern, so lange sie nicht ausgetrocknet sind und der Mörtel in den Fugen nicht gehörig gebunden hat oder einigermaassen erhärtet ist, eine bedeutend geringere Festigkeit haben, als die aus regelmässigen Steinen aufgeführten Mauern.

Drückt man die in obiger Formel angegebenen Grössen in Metermaass aus, so würde daraus die Stärke der Mauern in Zentimetern ausgedrückt gleich $\frac{\frac{1}{2} \cdot 15{,}33 + \frac{2}{3} \cdot 14{,}18}{24} \cdot 100$ gleich 71 Zentimeter sich ergeben. Für die Bestimmung der Stärke von Mauern bei schwer belasteten Gebäuden hat man demnach, wenn a die ganze Breite des Gebäudes und h die Höhe desselben bezeichnet, die Formel $\frac{\frac{1}{2}\,a + \frac{2}{3}\,h}{24} \cdot 100$, woraus man die Stärke der unteren Mauern über dem Sockel in Zentimetern bestimmt erhält.

Menzel führt in seinem Handbuche „Der praktische Maurer“ an, dass man im Allgemeinen bei Bestimmung der Mauerstärken bei Gebäuden auf folgende Erfahrungssätze fussen könne.

Bei einem ein Stockwerk hohen und im Inneren mit Scheidewänden versehenen Gebäude genüge bei geringerer Tiefe des Gebäudes zu den Aussenwänden die Stärke eines Ziegels, doch mache man gewöhnlich die Umfangswände $1\frac{1}{2}$ Ziegel stark, um mehr Schutz gegen die Witterung zu haben. Die Mittelwand werde bei geringer Tiefe des Gebäudes nur 1 Ziegel, bei grösserer Tiefe $1\frac{1}{2}$ Ziegel stark, um den Druck der Balken gehörig widerstehen zu können.

Bei einem Gebäude von mehreren Stockwerken pflege man bei der Bestimmung der Mauerstärken von dem obersten Stockwerk auszugehen und man mache hier diejenigen Wände, welche Balken zu tragen erhielten, also gewöhnlich die Front- und Mittelwände $1\frac{1}{2}$ Ziegel stark, dagegen die Scheidewände nur 1 Ziegel stark. In jedem Stockwerk, welches darunter befindlich, würden die Umfassungswände um $\frac{1}{2}$ Ziegel verstärkt, die Mittelwände würden jedoch nur alle zwei Stockwerke um $\frac{1}{2}$ Ziegel verstärkt und die Scheidewände erst nach zwei bis drei Stockwerken.

Nach diesen Erfahrungssätzen hätten die Umfangsmauern des oben erwähnten 5 Stockwerke hohen Packhauses im unteren Stockwerk eine Stärke von 41 Zoll brem. erhalten müssen, wo dagegen die Stärke dieser Mauern im unteren Stockwerk gegenwärtig nur $29\frac{3}{8}$ Zoll beträgt. Bei dieser Stärke der Mauern haben sich nicht allein das bezügliche Packhaus, sondern auch andere ähnliche Gebäude schon länger als 40 Jahre vollständig bewährt und lehrt sonach die Erfahrung, dass unter oben gegebenen Voraussetzungen eine geringere Stärke der Umfangsmauern als die nach den aufgestellten Erfahrungssätzen von *Menzel* sich ergebende Mauerstärke vollständig genügt. Wenn nun aber bei solchen Gebäuden, die in allen Stockwerken sehr schwer belastet werden, schon eine erheblich geringere Mauerstärke, als nach den *Menzel*'schen Aufstellungen sich ergibt, vollständig genügt und sich bewährt hat, um wie viel mehr muss dieses dann der Fall bei Wohngebäuden sein, wo die äusseren Mauern noch durch innere Scheidemauern gestützt werden.

Auch in Betreff der Stärke der Mittel- und Scheidemauern, wie *Menzel* sie angibt, ist zu bemerken, dass nur in solchen Städten Erfahrungen über

die geringste zulässige Stärke dieser Mauern gemacht werden können, wo die Stärke dieser Mauern nicht durch Polizeigesetze bestimmt vorgeschrieben ist. Man findet in denjenigen Orten, wo keine bestimmte Stärken der inneren Scheidemauern vorgeschrieben sind, fast allgemein die inneren Scheidemauern in Wohngebäuden von 2 bis 3 Stockwerken durch alle Stockwerke hindurch nur $^1/_2$ Stein stark aufgeführt, und hat bis jetzt die Erfahrung gezeigt, dass diese Stärke völlig ausreichend ist. Ein anderer Fall ist es, wenn die inneren Scheidewände grösstentheils aus Holz hergestellt werden und in den einzelnen Stockwerken nicht lothrecht über einander stehen und nur einige innere Mauern, an oder in welchen Schornsteine und Nischen hergestellt werden, von Grund auf durch alle Stockwerke massiv aufgeführt werden. Alsdann ist es jedenfalls notwendig, einzelnen inneren Mauern, welche die äusseren Mauern in der ganzen Höhe des Gebäudes oder auch nur in den unteren Stockwerken verbinden, eine grössere Stärke zu geben, um eine grössere Stabilität des ganzen Gebäudes zu erhalten. Die Stärke dieser Mauern ist aber hinreichend, wenn sie gleich einer Steinlänge genommen wird, indem sie durch die verschiedenen Balkenlagen und durch die hierüber gelegten Fussböden vollständig verankert und in ihrer lothrechten Stellung erhalten werden.

Bei einstöckigen Gebäuden will *Menzel* sogar die Stärke einer Mittelmauer mindestens 1 Ziegel stark aufgeführt haben, um dem Druck der Balkenlast gehörig widerstehen zu können. Allein diese Bestimmung der Stärke ist in der Allgemeinheit, wie sie hier gegeben wird, keinenfalls annehmbar, denn in Wohnhäusern wird eine Dachbalkenlage selten so schwer belastet, dass eine solche Unterstützung, wie die hier angegebene notwendig wird. Auch werden die Dachböden in einstöckigen Wohnhäusern schon wegen der unvortheilhaften Räumlichkeiten, welche die Dachböden im Allgemeinen bieten, sowie ferner wegen der Dachbedeckung selbst, welche selten solchen Schutz gewährt, dass die unmittelbar darunter lagernden Waaren nicht mehr oder weniger leiden, zur Aufspeicherung grosser Quantitäten benutzt. Nach der neuen Bauordnung für Berlin soll für Ziegelmauerwerk in Kalk die Belastung pro Quadrat-Zentimeter nicht grösser als 7 Kilogramm sein und wird ferner das Gewicht eines Quadrat-Meter Balkendecke in Wohnräumen einschliesslich der zufälligen Belastung für die Berechnung zu 500 Kilogramm angenommen. Wendet man diese Bestimmungen nun auf diesen vorliegenden Fall an, so findet man, dass hiernach für diesen Fall eine einen halben Stein starke Mauer genügen würde. Es können aber selbstverständlich andere Umstände vorliegen, nach denen es erforderlich wird, die Mittelmauer in der Stärke eines Ziegels aufzuführen, als z. B. wenn das Gebäude durch die Mittelmauer in zwei abgesonderte Theile getrennt werden soll und der eine abgetrennte Theil alsdann noch durch eine Zwischenbalkenlage getrennt wird, welche in dieser Mittelmauer ihr Auflager erhält, oder wenn die Mittelmauer als Rückwand grösserer Feuerungsanlagen dient. Derartige Fälle sind jedenfalls ausgeschlossen und sind unter solchen Umständen auch andere Gründe vorliegend, welche eine grössere Stärke der Mittelmauer erfordern, als die oben angeführten. Bei einstöckigen Wohnhäusern aber genügt schon eine $^1/_2$ Stein starke Mittelmauer zur Unterstützung der Dachbalkenlage vollständig und zwar um so mehr, da die Erfahrung hinlänglich bewiesen hat, dass in mehrstöckigen Wohngebäuden $^1/_2$ Stein starke Scheide- und Mittelmauern zur Unterstützung der Balkenlagen vollständig ausreichend sind.

Als einen ferneren Grund für die Verstärkung der äusseren Mauern führt

man auch den an, um einen besseren Schutz gegen die äussere Witterung zu erhalten. Dass aber dieser Grund durchaus nicht als so triftig angenommen werden kann, dass es notwendig erscheint, die äusseren Mauern stärker aufzuführen, als zu einer genügenden Stabilität derselben erforderlich ist, liegt klar auf der Hand, weil sie in dieser Stärke schon einen hinreichenden Schutz gewähren. Nimmt man z. B. die in Fachwerk aufgeführten Gebäude an, welche man so häufig sowol als Wohnungen wie auch zu Ställen eingerichtet findet; dieselben werden doch in den meisten Fällen nur mit $^1/_2$ Stein starken Wandfächern ausgemauert und genügen dieselben in den meisten Fällen. Um nun wieder auf den Massivbau zurückzukommen, man findet Mauern, welche der Wetterseite durchaus exponirt sind, sowol in einer Stärke von $1^1/_2$ Steinen, als auch in der Stärke von 1 Stein, durchschlagend, d. h. dass sie dem Schlagregen nicht vollständig Widerstand leisten, sondern dass derselbe soweit durchdringt, dass auch die Feuchtigkeit an der inneren Seite der Mauern sichtbar wird. Dagegen findet man aber auch in sehr vielen anderen Fällen, dass 1 Stein starke Mauern vollständigen Schutz gewähren, trotzdem sie doch der Wetterseite exponirt sind. Bei näherer Untersuchung der erstbenannten Mauern ergibt sich dann aber meistens, wenigstens sehr häufig, dass die Ursache des vorerwähnten Uebelstandes nicht allein in der Verwendung von mangelhaften Material, sondern auch selbst in der mangelhaften Ausführung der Mauer liegt.

Eine Hauptbedingung bei Aufführung der Mauern, um durch dieselben einen gehörigen Schutz gegen die äussere Witterung zu erhalten, ist zunächst die Verwendung von nur tüchtigem und guten Material; ferner aber ist es notwendig, dass die Mauern mit vollen Kalkfugen aufgemauert werden, sodass die sämmtlichen Lager- und Stossfugen mit Mörtel ausgefüllt sind, wodurch ausser einem besseren Schutz gegen die äussere Witterung auch jedenfalls eine grössere Stabilität der Mauer selbst erhalten wird. An manchen Orten ist es Gebrauch, die Mauern mit sogenannten hohlen Fugen auszuführen, dass sind solche, bei welchen der Mörtel in den Lagerfugen 2 bis 3 Zentimeter und darüber hinter die äussere Mauerfläche zurücktritt und demnach der Stein nicht in vollen Kalk gelegt wird, wie es in der gewöhnlichen Maurersprache heisst. Man glaubt hierdurch zu erreichen, dass bei späteren Abputzen der Mauerflächen der angeworfene Putzmörtel besser in den Fugen hafte. Diese Ansicht ist aber durchaus nicht so unbedingt richtig, wie angenommen wird, denn beim Anwerfen des Putzmörtels dringt derselbe nie in der Weise in die Fugen ein, dass dieselben sämmtlich und vollständig ausgefüllt werden; es müssten den die Arbeiter vor dem Hauptanwurf erst sämmtliche Fugen gehörig annässen und dieselben einzeln mit Kalkmörtel auswerfen, was aber niemals geschieht. Aber im Fall dieses auch erreicht würde, so ist wieder zu berücksichtigen, dass beim Trocknen der Mörtel in den Fugen stärker schwindet als auf der Steinfläche, wo derselbe nicht in der Menge aufgetragen wird. Die Erfahrung hat es auch schon zur Genüge gezeigt, dass der Abputz auf Mauerwerk mit vollen Fugen völlig so haltbar ist, als der auf Mauerwerk mit hohlen Fugen gemauert.

Ein anderer Nachtheil, der durch das Mauern mit hohlen Fugen, namentlich bei schwächeren Mauern entsteht, ist der, dass man vor dem Abputzen einer solchen Mauer viele Fugenöffnungen in derselben findet, die durch die ganze Stärke der Mauer gehen. Die offenen durchgehenden Fugen werden dann später beim Abputzen äusserlich zwar mit einer höchstens 2 Zentimeter starken Kalk-

mörtelschicht bedeckt, dieselbe ist aber keineswegs stark genug, um den durch Wind dagegen getriebenen Regen genügend abzuhalten, sondern es dringt derselbe durch und in die inneren Fugen ein. Die eingedrungene Feuchtigkeit kann aber nicht wieder verdunsten und abtrocknen, und wirkt jedenfalls nachtheilig auf den Mörtel im Innern und in den Lagerfugen, indem derselbe nun nicht genügend erhärten kann, sondern bei jedem eintretenden Regenwetter noch mehr Feuchtigkeit aufnimmt. So dringt nach und nach die Feuchtigkeit vollständig bis zu der inneren Seite der Mauer durch und tritt hier dann zerstörend wirkend auf. Dieses findet aber nicht statt, wenigstens in erheblich minderen Grade, sobald der Putzmörtel mit der Mauer einen vollen und dichten Körper ohne kleinere Höhlungen und Zwischenräume bildet.

Um diesen erwähnten Nachtheilen vorzubeugen, hat man in neuerer Zeit mehrfach die § 27 näher beschriebenen Hohlmauern in Vorschlag und auch in Anwendung gebracht. Dass diese Hohlmauern in manchen Fällen den beabsichtigten Zweck erfüllt haben, ist durchaus nicht zu bezweifeln; ob aber dieselben in allen Fällen dasjenige leisten, was man davon erwartet und zu welchem Zwecke man sie anwendet, steht dahin.

Die Hohlmauern bestehen, wie oben näher angegeben ist, aus zwei neben einander aufgeführten und durch eine Luftschicht von einander getrennten Mauern, die durch in den einzelnen Schichten eingelegte Strecker mit einander verbunden werden. Diese Hohlmauern müssen, sollen sie ihren Zweck erfüllen, so konstruirt sein, dass sie nicht allein eine genügende Stabilität erhalten, sondern es muss auch die äussere Mauer eine solche Dichtigkeit erhalten, dass sie weder den Schlagregen noch irgend Feuchtigkeit durchlässt.

Soll nun die Mauer eine genügende Stabilität erhalten, so ist es jedenfalls notwendig, dass eine der beiden neben einander aufzuführenden Mauern eine solche Stärke erhält als erforderlich ist, die Balken- und übrige Mauerlast zu tragen, ohne einzuknicken. Die zweite Mauer kann nur als Mantelmauer dienen, es muss dieselbe aber dann mit der Hauptmauer noch so verbunden werden, dass sie nicht ausweichen und unter ihrer eigenen Last zusammen brechen kann. Man findet aber nicht selten die Hohlmauern so hergestellt, dass sie aus zwei Mauern von gleicher Stärke bestehen, die zusammen die erforderliche Stärke der Mauer ausmachen und die durch eine Luftschicht von 5 bis 7 Zentimeter Weite getrennt sind. Wie schon angedeutet, sind diese Mauern, um an Material zu ersparen, dann oft nicht stärker, als jede 13 Zentimeter, so dass die ganze Mauer dann eine Stärke von 31 bis 33 Zentimeter erhält. Wenn nun in diesen Mauern durch Anwendung von Durchstreckern auch ein Verband hergestellt wird, so erhalten sie dadurch dennoch nicht eine genügende Stabilität. Beim Einlegen der Balkenlagen wird stets nur die innere Mauer und zwar wesentlich einseitig belastet und bei einem etwaigen geringen Durchbiegen dieser Balkenlagen trifft der Druck derselben wesentlich nur auf die innere Kante der schwachen Mauer, welches dann gewöhnlich ein Ausbiegen derselben zur Folge hat. Dieses Letztere hat der Verfasser mehrfach bei noch im Bau begriffenen Häusern zu bemerken Gelegenheit gehabt. Aber wenn dieses auch nicht der Fall wäre, so wirkt doch schon die Last der darüber aufgeführten Mauer mit ihrer Balkenlage so wesentlich darauf, dass ein Ausbiegen notwendig erfolgen muss, indem die äussere Mauer in ihrer ganzen Höhe mit der inneren Mauer nur durch eingelegte Strecker verbunden ist, aber sonst keine weitere verbindende Stützpunkte hat, wo dagegen die innere Mauer doch durch gegen-

gemauerte Scheidemauern noch mehrfach gestützt wird. Soll daher in Bezug auf Stabilität die Hohlmauer ihren Zweck erfüllen, so muss die eine der beiden Mauern und zwar die Hauptmauer notwendig die hierzu erforderliche Stärke erhalten und die zweite Mauer, welche dann als Blendmauer dient, kann eine geringere Stärke erhalten.

In Betreff des Schutzes, welchen die Hohlmauern bieten sollen, ist nun zu untersuchen, an welcher Seite die Blendmauer aufzuführen ist, damit sie dem beabsichtigten Zwecke entspricht.

Führt man die Blendmauer äusserlich auf, so muss dieselbe, zumal da sie wegen der sehr schmalen Luftschicht an der inneren Seite nicht oder doch nur in höchst mangelhaftem Grade abgeputzt werden kann, nicht allein mit der grössten Sorgfalt gemauert werden, sondern auch eine solche Stärke erhalten, dass sie dem Durchdringen des Schlagregens und der Feuchtigkeit vollständig Widerstand leisten kann; denn ist dieses nicht der Fall, so wird die innere Luftschicht, sobald sie geschlossen ist, sehr bald mit Feuchtigkeit in der Art geschwängert werden, dass auch der Mörtel in den Fugen der inneren Mauern dadurch angegriffen und allmälig zersetzt wird, wodurch aber dann der beabsichtigte Zweck vollständig verloren gehen und die jedenfalls sehr kostbare Anlage als durchaus unnütz, ja sogar noch als schädlich sich erweisen würde, indem hierdurch die Bildung von Kalksalzen leicht gefördert werden würde. Man hat nun zur Abführung der sich sammelnden Feuchtigkeit oder der feuchten Luft die Anordnung von Kanälen vorgeschlagen, welche durch einander entgegengesetzt liegende Oeffnungen in den Mauern mit der äusseren in Verbindung gesetzt werden und glaubt man dadurch einen Luftzug herzustellen, der die innere Luft stets trocken erhalten werde. Abgesehen aber davon, dass der dadurch hergestellte Luftzug immer nur ein sehr geringer sein wird, weil die Temperaturen der inneren und der äusseren Luft sich sehr bald ausgleichen werden und alsdann die Fortbewegung der Luft in der inneren Luftschicht mehr oder weniger aufhört, so wird auch schon bei feuchter und nebliger Witterung die Abführung der feuchten Luft gänzlich aufhören. Ferner ist zu bemerken, dass dem freien Luftzuge in der Luftschicht schon ein sehr wesentliches Hinderniss durch die vielen zur Verbindung der beiden Mauern erforderlichen Durchstrecker entgegengesetzt wird.

Will man aber diesen erwähnten Nachtheilen vorbeugen, so muss die äussere Mauer eine solche Stärke erhalten, dass sie den äusseren Witterungseinflüssen vollständig widerstehen kann, in welchem Falle aber dann eine an der inneren Seite aufzuführende Blendmauer wieder mehr oder weniger überflüssig wird und nur den inneren Raum beschränkt, welches aber wol in Betracht zu ziehen ist, zumal wenn das zu bebauende Grundstück keine grosse Ausdehnung hat. Es sei zugegeben, dass unter Umständen die Herstellung einer Hohlmauer zweckmässig sei; dieses kann aber doch nur dann statthaben, wenn man schlechtes Material zur Aufführung der Mauer nur zur Verfügung hat und in solchem Falle wird die Hohlmauer auch nur für eine gewisse Zeitdauer Schutz gewähren, weil die Feuchtigkeit in die äussere Mauer eindringt und sich allmälig nach der inneren Seite hin verbreitet und die in der Luftschicht vorhandene Luft ebenfalls mit Feuchtigkeit schwängert. Jedenfalls sind die Hohlmauern bei den über der Erde befindlichen Stockwerken eines Gebäudes zu entbehren, wenn man zur Aufführung der Mauern nur gutes Material verwendet und hat man in diesem letzteren Falle noch den grossen Vortheil, ein solides Gebäude zu erhalten, welches bei Anwendung

von Hohlmauern, wenn sie in der oben näher besprochenen Weise ausgeführt werden, weniger der Fall ist.

Die Anwendung von Hohlmauern ist nur zweckmässig bei Souterrain- oder Kellermauern, welche, soweit sie in der Erde stecken, der Einwirkung der Erdfeuchtigkeit immer direkt ausgesetzt sind. In diesem Falle aber soll die Mantel-, Blend- oder Schutzmauer nicht als integrirender Theil der Kellermauer angenommen werden, sondern sie soll als Isolirmauer dienen, welche die feuchte Erde von der Hauptmauer des Gebäudes ganz trennt. Dieser Gegenstand wird weiter unten noch besonders besprochen werden.

Bei hinreichender Stärke der Stockwerksmauern eines Gebäudes hängt die Solidität und Festigkeit desselben nicht allein von der tüchtigen Aufführung der Mauern selbst ab, sondern auch in einem sehr hohen Grade wesentlich von der Festigkeit des Grundes, worauf die Mauern aufgeführt sind. Es wird aber hierbei leider sehr häufig gefehlt, indem man von dem Gesichtspunkte ausgeht, die grösste Vorsicht und Sorgfalt nur auf die sichtbar bleibenden Theile des aufzuführenden Gebäudes verwenden zu müssen, um hier gegen die Regeln der Architektur keine Verstösse zu machen. Wenn nun auch die Architektur eines Gebäudes sowol im Aeussern als auch im Innern stets eine Hauptsache bleibt, so ist doch nichtsdestoweniger die tüchtige Ausführung des Baues eine bedeutsamere Hauptsache und ist es daher durchaus notwendig, dass zunächst die grösste Vorsicht bei etwaiger Befestigung des Baugrundes und bei Aufführung der Fundamente eines Gebäudes angewendet werde, und hierauf muss umsomehr Rücksicht genommen werden, weil diese Theile nach Vollendung des Gebäudes nicht wieder in verbesserter Gestalt hergestellt oder wieder erneuert werden können, oder wenn solches auch möglich ist, dasselbe doch nur mit einem unverhältnissmässig hohen Kostenaufwand ausgeführt werden kann.

Im fünften Kapitel ist bereits das Nötige über die Untersuchung und Befestigung des Baugrundes angegeben und ebendaselbst auch angeführt, dass, wenn selbst der Boden aus einer weicheren Erdart bestehe und nicht so zu dichten sei, wie es im Verhältniss zu der darüber aufzuführenden Gebäudelast erforderlich scheinen möchte, den nachtheiligen Einwirkungen der grösseren Belastung auf den Baugrund dadurch einigermaassen begegnet werden könnte, wenn man die Fundamente oder die unteren Grundschichten der Mauern erheblich verbreiterte, um dadurch den Druck der Gebäudelast oder der Mauern auf eine grössere Bodenfläche zu vertheilen. Eine solche Verbreiterung ist aber nicht allein in den hier bezeichneten Fällen erforderlich, sondern eine Verbreiterung der aufzuführenden Mauern unmittelbar auf dem Boden ist in allen Fällen notwendig und muss sonach eine jede aufzuführende Mauer ein Fundament erhalten, welches eine grössere Breite erhält als die Stärke der darüber aufzuführenden Mauer beträgt. Durch die Anordnung dieser Fundamente verhindert man, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, ungleiche Senkungen, indem man anfänglich durch die breitere Anlage der Fundamente die bis dahin noch geringere Last über eine grössere Bodenfläche vertheilt und bei der jedenfalls zeitdauernden Weiterführung der oberen Mauer der Mörtel in dem Fundamentmauerwerk während dieser Zeit mehr bindet und dadurch dasselbe dann mehr als kompakte Masse wirken und grösseren Widerstand gegen gewaltsames Zerbrechen leisten kann. Gleichzeitig aber können auch bei der breiteren Anlage der Fundamente geringe Ausweichungen des Bodens von einer oder der anderen Stelle nicht in dem Grade auf den loth-

rechten Stand einer Mauer nachtheilig einwirken, als wenn diese von Grund auf in gleicher Stärke aufgeführt wäre.

Es entsteht nun die Frage — in welcher Breite müssen die Fundamente angelegt werden? — Diese Frage ist sehr schwer und wol kaum möglich zu beantworten, wenn damit eine bestimmte für alle Fälle giltige Regel aufgestellt werden soll, weil hierzu manche Umstände eintreten können, welche jedes theoretische Kalkül über den Haufen stossen. Man findet Fundamente von geringerer Breite, die sich vollständig bewährt haben, und wieder andere Fundamente von grösserer Breite, die keineswegs den beabsichtigten Zweck erfüllt haben und umgekehrt. Es kann daher diese Frage nur im Allgemeinen besprochen werden und muss die Feststellung der nötigen Breite der Fundamente in jedem besonderen Falle dem verständigen Ermessen des Baumeisters überlassen bleiben.

Wie schon angeführt, ist der Zweck der Anordnung der verbreiterten Fundamente einmal, die Last der darüber aufzuführenden Mauer über eine grössere Fläche des Bodens zu vertheilen und ferner einen kompakten Mauerkörper zu erhalten, der durch seinen grösseren Inhalt und durch grössere Ausdehnung bei partiellen Ausweichungen des Bodens auch den Eindrücken von oben her mehr Widerstand zu leisten fähig ist.

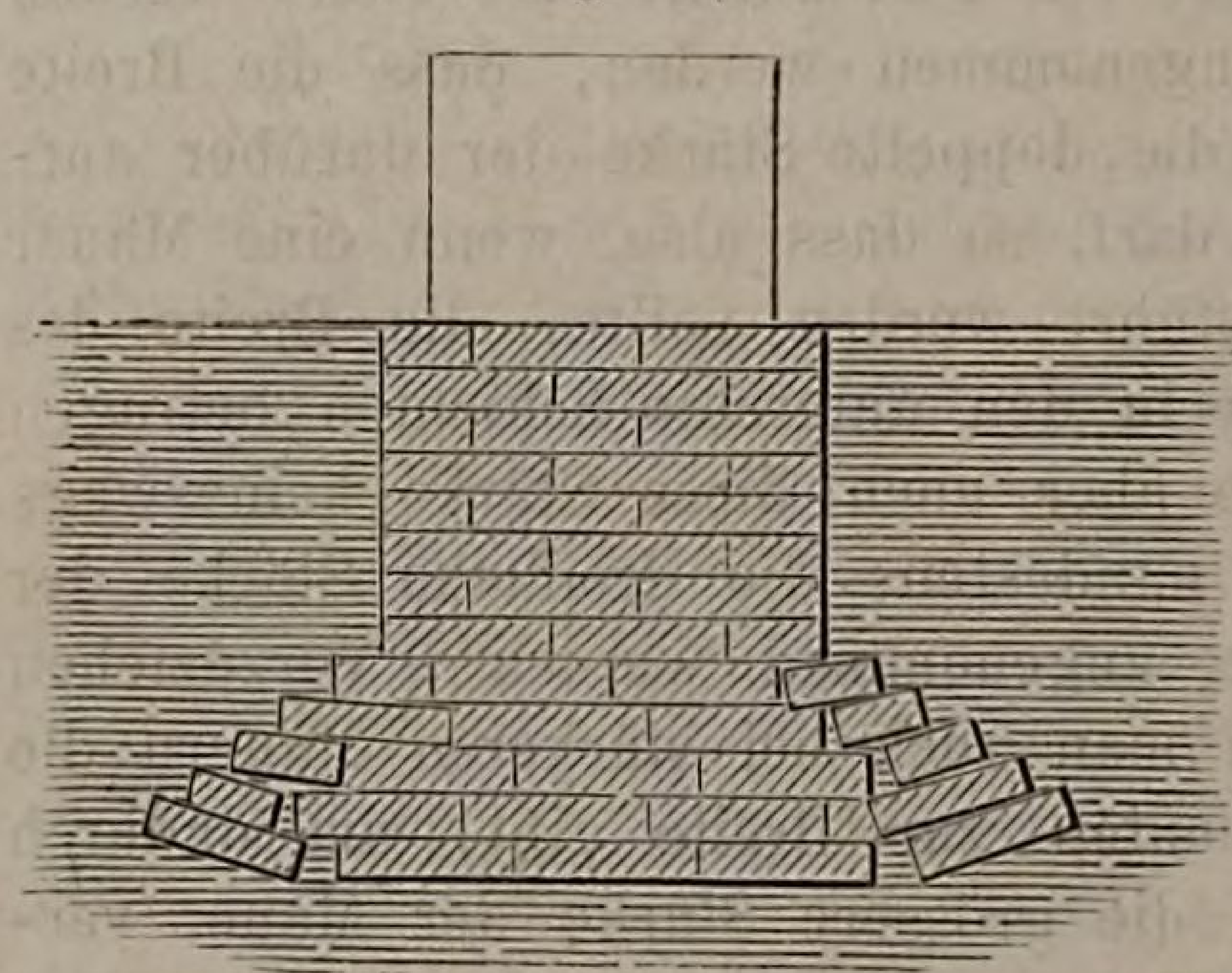
Was den ersten Punkt betrifft, so lässt sich, wie schon erwähnt, keine bestimmte Grenze angeben, bis zu welcher ein Fundament verbreitert werden muss; es kann aber als feste Regel angenommen werden, dass die Breite eines Fundamentes niemals geringer als die doppelte Stärke der darüber aufzuführenden Mauer angenommen werden darf, so dass also, wenn eine Mauer in einer Stärke von $1^1/_2$ Steinen aufgeführt werden sollte, die Breite des Fundamentes mindestens drei Steinlängen in den untersten Schichten betragen müsste. Bei schwächeren Mauern würde aber auch diese Stärke keineswegs ausreichend sein und müsste bei diesen mindestens die dreifache Stärke der Mauer als untere Breite des Fundaments angenommen werden Vorzuziehen ist es aber unter allen Umständen, wenn man auch bei stärkeren Mauern die dreifache Stärke derselben den Fundamenten zur Breite gibt, um dadurch noch eine weitere Vertheilung der durch die grössere Stärke der Mauer vermehrten Last über eine grössere Grundfläche zu erhalten. Durch die Verbreiterung der Fundamente verhindert man aber gleichzeitig auch bis zu einem gewissen Grade das Ausdrängen des Grundes in Folge Ausweichens des Bodens nach Oben hin, wovon in § 35 näher die Rede war.

Beim Abbruch alter Gebäude findet man nicht selten nur sehr schwache Fundamente, welche darin bestehen, dass die untersten 3 oder 4 Schichten nach beiden Seiten hin etwas vortreten, und sollte man hiernach fast schliessen müssen, dass eine Verbreiterung der Fundamente überall kaum erforderlich sei. Man muss aber hierbei berücksichtigen, dass bei früheren Bauten die Bauzeit fast so viele Jahre währte, als in der gegenwärtigen Zeit Monate dazu benutzt und bewilligt werden. Man liess, nachdem die Kellermauern aufgeführt waren, dieselben mit Brettern bedecken und wurde der Bau dann während der Wintermonate gar nicht weiter geführt, so dass der Mörtel im Mauerwerk Zeit zum Binden und Erhärten hatte und somit das Mauerwerk vor Weiterführung des Baues schon eine bedeutende Festigkeit erlangt hatte; dagegen in jetziger Zeit wird der Bau möglichst schnell ausgeführt und es wird auf die Jahreszeiten keinerlei Rücksicht genommen, sondern strebt man darnach, das Gebäude möglichst schnell unter Dach zu bringen. Es kann also hierbei

nicht die Rede mehr davon sein, dass der Mörtel im Fundamentmauerwerk bis zur Richtung des Gebäudes schon so erheblich an Festigkeit gewonnen habe, dass keine weiteren Sicherungsmaassregeln erforderlich wären.

Die Fundamente werden, wenn sie mit Ziegelsteinen aufgeführt werden, in der Weise hergestellt, dass man die einzelnen Schichten nach oben hin absatzweise von beiden Seiten um die halbe Steinbreite einzieht, wodurch einmal der Mauerverband in keiner Weise gestört wird und ferner jede untere Schicht von der nächst oberen nicht in ihrer ganzen Breite gedrückt wird, so dass ausserhalb der eingezogenen Schicht kein Stein in der nächst unteren vorhanden ist, der nicht ebenfalls durch die obere Last eine Pressung erhält. Nun findet man aber nicht selten, sogar sehr häufig, bei Aufführung der Fundamente, dass, um an Material zu ersparen, die Abtreppung in jeder einzelnen nächstfolgenden Schicht vorgenommen wird. Diese Anordnung der Fundamente ist aber jedenfalls verwerflich und wenn der Grund nicht sehr fest ist, sogar sehr fehlerhaft. In diesem letzteren Fall ist es sehr leicht möglich, dass die höher aufgeführte Mauer, welche den mittleren Theil des Fundamentes direkt belastet, dieses in der Weise durch die darüber aufgeführte Mauerlast mit ihrer sonstigen Belastung drückt, dass der mittlere volle Theil des Fundaments weicht, dagegen die vortretenden Steinreihen diesem Ausweichen nicht weiter entgegen wirken, sondern wegen ihrer geringen Konsistenz durch den, wenn auch weichen Boden zurückgehalten werden, so dass also das Fundament der Länge nach durchbrochen wird und in diesem Falle also die ausgesetzten, die Verbreiterung des Fundamentes bildenden Steinreihen mehr oder weniger nutzlos verwendet sind. Hierbei kommt auch vor, dass die Streckersteine vollständig durchbrechen. Ein derartiger Fall, welchen zu untersuchen der Verfasser Gelegenheit hatte, ist in nebenstehender Figur 140 dargestellt.

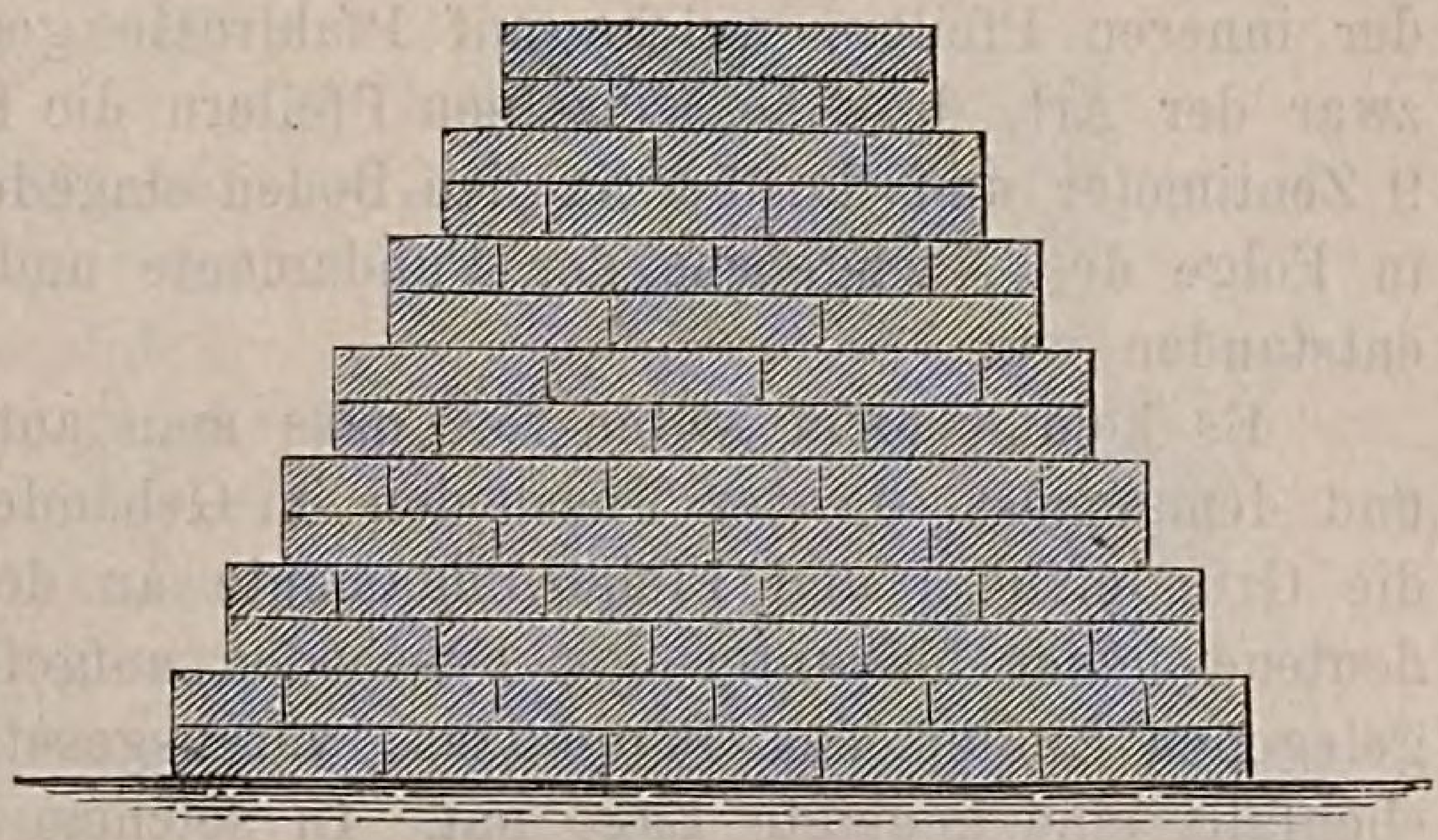
Figur 140.



Der hier vorliegende Fall betraf die Gründung mehrerer Kellerpfeiler, auf welchen durch drei Stockwerke Ständer aufgestellt waren, über welche die Träger zur Unterstützung der oberen Balkenlagen gestreckt waren. Nachdem der Keller überwölbt und das Gebäude vollständig hergestellt war, wurden die Böden belastet und zwar mit Reis; in Folge dieser Belastung stellte sich sofort eine sehr bedeutende Senkung der Kellerpfeiler ein, in Folge dessen auch ein grosser Theil der Kellergewölbe einstürzte. Eine sofortige Entleerung der sämmtlichen Böden war erforderlich und wurde auch ausgeführt. Die Pfeiler konnten in dem bei der Untersuchung vorgefundenen Zustande, wie in Figur 140 angegeben, nicht wieder benutzt werden, sondern mussten gänzlich abgebrochen und die Fundamente aufgenommen werden. Beim Abbruch der Pfeiler und beim Herausnehmen der Fundamente derselben ergab sich, dass der Kern des Fundamentes bei jedem Pfeiler sich von den äusseren Steinreihen vollständig abgelöst hatte. Die äusseren Steinreihen hatten eine schräge Lage angenommen, wie in der Zeichnung angedeutet, und betrug bei einem Pfeiler die Durchsenkung des mittleren Theils oder des Kerns des Fundaments über 9 Zentimeter. Nachdem nun sämmtliche Pfeilerfundamente beseitigt waren, wurde bei jedem einzelnen Pfeiler die Fundamentsohle tiefer und breiter ausgegraben und darauf der Grund mit groben Bauschutt auf's tüchtigste wieder

ausgerammt. Die Fundamente der Pfeiler wurden nunmehr nicht nur breiter angelegt, sondern auch mit doppelten Schichten abgetreppt bis auf die genügende Stärke der Pfeilermauer eingezogen, in welcher Gestalt dieselben sich bei der ferneren Benutzung des Gebäudes vollständig bewährt haben.

Figur 141.



Um die eben angeführten Mängel zu vermeiden, ist es daher notwendig, dass die Abtreppung der Fundamente, wie dieses auch bei der verbesserten Aufführung der eben vorher erwähnten Pfeiler geschehen, nur mit doppelten Schichten stattfindet, wie dieses in nebenstehender Figur 141 näher dargestellt ist.

Durch diese Anordnung erhält man einmal einen grösseren Steinkörper, ferner aber verstärken sich die doppelten Schichten, welche sich im Verbande decken, gegenseitig und können daher die äusseren Steinreihen dem auf sie wirkenden Druck besser widerstehen. Wählt man bei sehr schwer zu belastenden Gebäuden die unteren Abtreppungen statt mit doppelten Schichten mit vierfachen, so bietet dieses jedenfalls noch eine erheblich grössere Sicherheit.

Bei sehr breiten Fundamenten ordnet man auch die zweite deckende Schicht als Stromschicht an, wie dieses weiter oben bei den Steinverbänden näher angegeben ist und legt dann die nächstfolgende dritte Schicht, welche von beiden Seiten um die Breite eines Quartierstücks eingezogen wird, wieder nach der Mauerflucht.

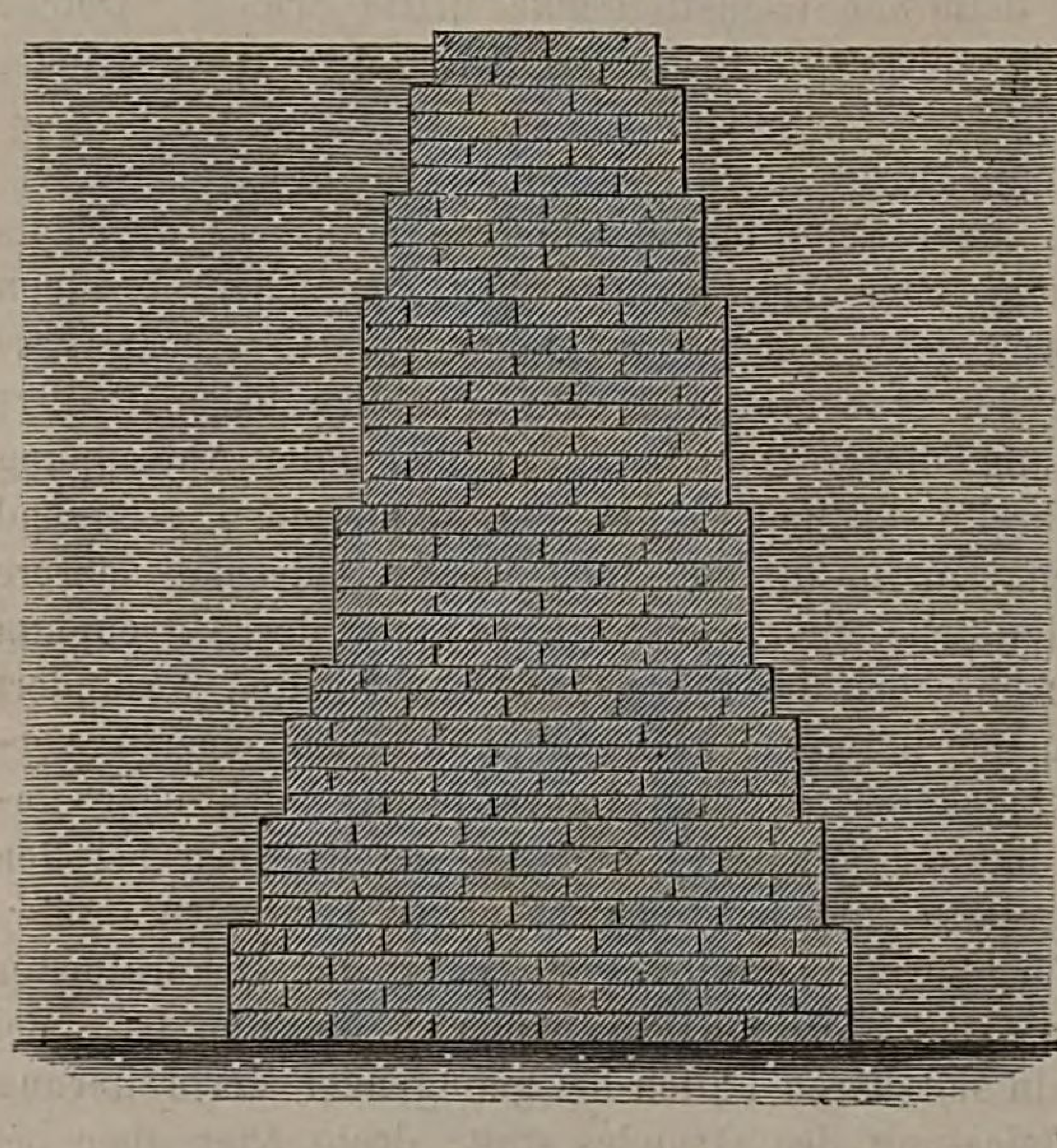
Kann man die Fundamente nicht nach beiden Seiten hin verbreitern, sondern kann dieses nur nach einer Seite hin stattfinden, so ist es durchaus notwendig, dass die Einziehung oder Abtreppung nicht bei jeder einzelnen Schicht Anwendung findet, weil man sonst eine Menge Quartierstücke vermauern müsste, wodurch aber der Mauerverband sehr erheblich benachtheiligt werden würde. Zur Vermeidung dieser Quartierstücke muss die Abtreppung jedesmal um eine ganze Steinbreite stattfinden; um aber dann einen genügend festen Mauerkörper zu erhalten, müssen die einzelnen Absätze jedesmal mehrere Schichten hoch gemauert werden, ehe die einseitige Einziehung der Abtreppung erfolgt. Hierdurch wird das Abbrechen der vorgestreckten Schichten verhindert und ist dieses hier auch um so nötiger, weil ein Abbrechen einzeln vorgestreckter Schichten hier viel leichter möglich, aber ferner auch sehr gefährlich werden würde. Ein hierher gehöriger Fall ist bereits oben bei den Mauerverbänden figürlich dargestellt und wird darauf näher verwiesen.

Die neue Bauordnung für Berlin schreibt vor, dass der Quadratmeter guter Baugrund nicht höher als mit 35000 Kilogrammen zu belasten ist. Bei vollen Mauern findet nun wol in selteneren Fällen bei genügender Verbreiterung der Fundamente eine solche Belastung des Grundes statt; desto eher aber bei den einzelnen Pfeilern in mehrstöckigen Packhäusern, die mit schweren Mauern belastet werden und wobei sich der grösste Druck dann auf die einzelnen Pfeiler verpflanzt. Es ist daher bei den zu diesen einzelnen Pfeilern herzustellenden Fundamenten grosse Vorsicht anzuwenden und namentlich

darauf zu sehen, dass dieselben in genügender Breite angelegt werden, da dieselben isolirt und nicht mit anderen Fundamenten in Verbindung stehen, also sich auch durchaus nicht gegenseitig stützen. Bei dieser Gelegenheit soll noch erwähnt werden, dass in einem Packhause, auf dessen Böden bereits 12500 Säcke Reis aufgebracht waren, sich plötzlich bedenkliche Senkungen der inneren Pfeiler, welche auf Pfahlroste gegründet waren, einstellten und zwar der Art, dass bei einzelnen Pfeilern die Plintensteine unter den Ständern 9 Zentimeter und darüber in den Boden eingedrückt wurden, welches aber nur in Folge des Nachgebens der Fundamente und Pfahlroste unter den Pfeilern entstanden war.

Es kommt nicht selten vor, dass man auf geneigtem Terrain bauen muss und demgemäss, da der Fussboden im Gebäude später wagerecht gelegt wird, die Grundmauern und Pfeilerfundamente an den tiefer gelegenen Stellen bedeutend höher bis unter den Fussboden aufgeführt werden, als an den höher gelegenen Stellen des Bauplatzes, vorausgesetzt, dass der festere Baugrund ebenfalls eine geneigte Lage hat. In solchem Falle kann man bei Aufführung der Grundmauern dann ohne Nachtheil zur Erzielung einer Ersparung an Material, sobald die Fundamente ordnungsmässig hergestellt sind, von deren Oberfläche ab bis zur Fussbodenhöhe die Grund- oder Bankettmauer soweit eingezogen aufführen, dass bei Anlage der reinen Mauer oberhalb des Fussbodens an dieser Stelle nur noch ein einmaliger Absatz notwendig wird, so dass also dieser Theil der Grundmauer bis dahin das sogenannte Bankett bildet. Bei Aufführung von Pfeilerfundamenten, die bis zu einer erheblichen Tiefe fundirt werden, darf dieses aber nicht geschehen, sondern man muss die verschiedenen Fundament-Absätze bedeutend höher aufführen, wie dieses in beistehender Figur 142 angedeutet ist, um eine genügende Stabilität des Pfeilers zu erhalten, welches namentlich bei späterer schwerer Belastung der darüber angeordneten Böden notwendig ist.

Figur 142.

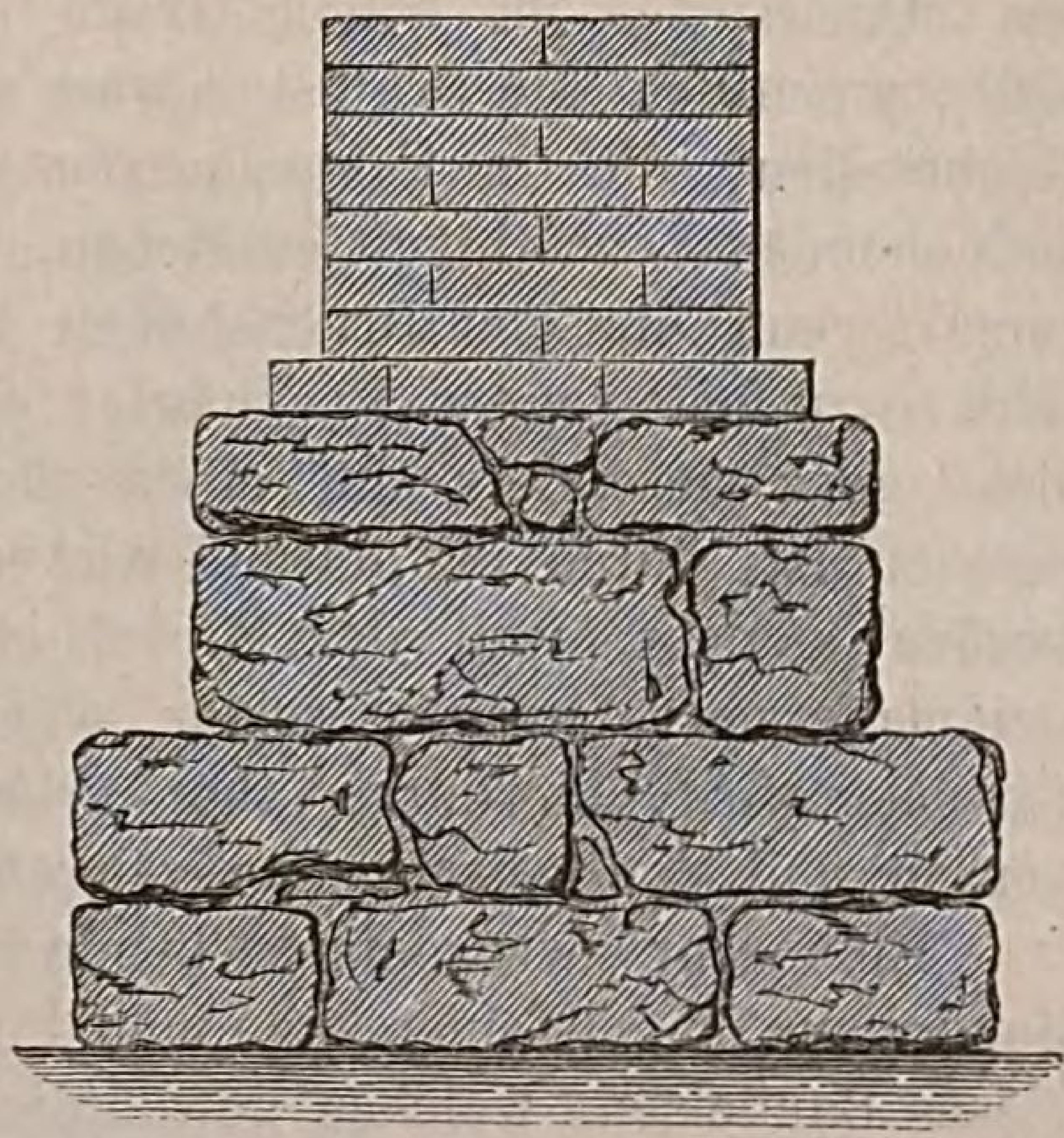


Die aufgemauerten Fundamente der verschiedenen Pfeiler stehen meistens nicht mit einander in Verbindung, weil dadurch ein bedeutendes Quantum Material erforderlich werden würde; es kann daher, wenn dieselben nicht genügende Stabilität haben, irgend ein schiefer oder ungleicher Druck, welcher in grösseren Lagerhäusern durch ungleiche Belastung der Böden sehr häufig hervorgebracht wird, zumal wenn die Zimmerkonstruktion mangelhaft hergestellt ist, sehr leicht ein Ausweichen des Grundpfeilers (nicht der

Fundamente desselben) hervorbringen, welches durch die ringsum anliegende Erde, sowie auch durch den umgelegten Fussboden keineswegs verhindert wird, wie der Verfasser bei einem vorgekommenen Falle zu sehen Gelegenheit hatte.

Werden die Fundamente aus Bruchsteinen hergestellt, so werden die einzelnen Absätze mindestens 30 Zentimeter hoch. (S. Figur 143).

Figur 143.



Man ordnet aber hierbei auch nicht so viele Absätze an, als bei den aus Ziegelsteinen aufgeführten Fundamenten, dagegen treten die oberen Absätze gegen die unteren auch mehr zurück und zwar bis zu za. 15 Zentimetern. Zu den Fundamenten sind stets die grössten und am meisten lagerhaften Steine zu verwenden und ist namentlich darauf zu achten, dass ein genügender Verband der Steine unter einander, sowol nach der Länge der Mauer als auch namentlich nach der Stärke derselben erhalten wird. Ueberhaupt ist das in § 29 über Ausführung des Bruchsteinmauerwerks Angeführte hierbei zur vollständigsten Anwendung zu bringen und dieses noch umsomehr, weil das Bruchsteinmauerwerk nie in einer solchen Solidität aufgeführt werden kann, wie dieses beim Ziegelmauerwerk der Fall ist. Es kommt hier noch ferner hinzu, dass der Mörtel in den Fugen weit stärker aufgetragen wird und weit längere Zeit zum Erhärten nötig hat, als dieses beim Ziegelmauerwerk der Fall ist. Das Austrocknen des Mörtels, zumal, wenn gewöhnlicher Luftmörtel zum Mauern verwendet wird, wird auch noch wesentlich dadurch verhindert, dass die aufgeführten Fundamentbankette sehr bald nach ihrer Herstellung mit Erde beworfen werden, welches aber keineswegs zu vermeiden ist, indem, abgesehen von sonstigen Unzulässigkeiten, die durch längeres Offenlassen der Fundamentgräben entstehen würden, die vollständige Ausfüllung der Fundamentgräben wegen Sicherung der Fundamente selbst erforderlich ist. Dieser Nachtheil findet aber nicht allein bei den Fundamenten aus Bruchsteinen statt, sondern auch bei denjenigen aus Ziegelsteinen, nur dass derselbe bei ersteren in bedeutend verstärkterem Maasse auftritt.

Dieser Nachtheil lässt sich nun in bedeutendem Maasse verringern, wenn man statt des gewöhnlichen Luftmörtels zum Vermauern nur scharfen Trass- oder Zementmörtel anwendet. Wenn hierdurch die Baukosten wegen der Zugabe von Trass oder Zement auch etwas vergrössert werden, so sind aber die Vortheile, welche man dadurch erlangt, um so viel bedeutender; denn zunächst erreicht man, da der Trass- oder Zementmörtel schneller erhärtet, dass das Fundamentmauerwerk binnen kurzer Zeit mehr oder weniger als eine feste Masse erscheint, in welcher Beschaffenheit dasselbe dem Druck von oben einen grösseren Widerstand gegen gewaltsames Brechen entgegen setzt. Ferner aber erreicht man durch die Anwendung von Trass- oder Zementmörtel, dass die Erdfeuchtigkeit nicht in dem Grade wie sonst in die Mauer eindringen kann, sondern im Gegentheil der Mörtel unter Einfluss der Erdfeuchtigkeit stärker bindet und somit für die spätere Zeit um so besser das Eindringen

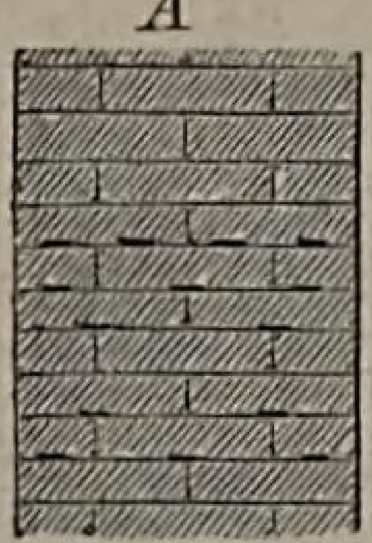
der Erdfeuchtigkeit und die weitere Verbreitung derselben in der Mauer verhindert.

Werden die Fundamente aus Bruchsteinen hergestellt, so ist ferner zu berücksichtigen, das manche Steinarten, wenn sie der Einwirkung der Erdfeuchtigkeit ausgesetzt und mit Kalkmörtel vermauert werden, die Entstehung des Mauersalzes im hohen Grade befördern. In dieser Beziehung zeichnen sich namentlich die Kalksteinarten aus. Abgesehen aber von allen übrigen Nachtheilen, die in Folge dessen durch die Verbreitung der in der Mauer aufziehenden Feuchtigkeit entstehen, ist auch noch besonders zu berücksichtigen, zumal wenn die aus Bruchsteinen hergestellten Fundamente für den Aufbau schwer zu belastender Packhäuser dienen sollen, dass die Fundamente, wenn nicht ganz besonders auf einen tüchtigen inneren Quer- und Längenverband gesehen ist, durch die darauf wirkende Last sehr leicht auseinander gedrängt werden können, weil der Mörtel in den unregelmässigen Fugen des Bruchsteinmauerwerks wegen seiner weicheren Konsistenz noch mehr zusammengedrückt wird, hierdurch aber erhebliche Unregelmässigkeiten hervorgebracht werden und das Auseinanderdrängen um so leichter stattfinden kann.

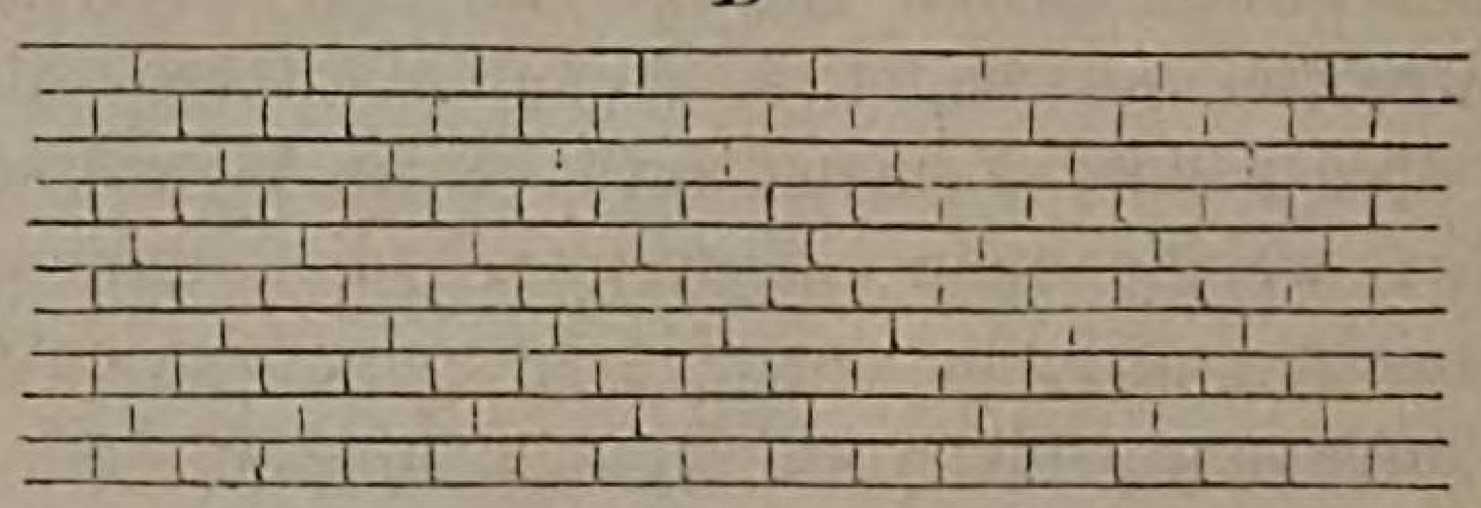
Eine sehr zweckentsprechende innere Verstärkung von neu aufzuführenden Mauern aus Ziegelsteinen kann man durch die Anwendung des Bandeisens erreichen. Dieses Bandeisen, welches gewöhnlich zum Einbinden von Tonnen oder Fässern benutzt wird, ist zwar in verschiedenen Sorten zu bekommen, zu dem vorliegenden Zwecke benutzt man aber gewöhnlich dasjenige, welches eine Stärke von 2 Millimeter und eine Breite von etwa 42 Millimeter hat. Dieses Bandeisen hat meistens eine Länge von zirka 8,20 bis 8,25 Meter. Dasselbe wird der Länge der Mauer nach auf eine volle Mauerschicht gestreckt und darüber dann ganz in der gewöhnlichen Weise die folgende Schicht gemauert, indem die Dicke des eingelegten Eisens durchaus nicht stört. An den Enden wird dasselbe um die äussere Kante des Steins herumgebogen und zwar so weit wieder rückwärts, dass es bis über den zweiten und dritten Stein reicht, so dass die nächstfolgende Schicht dieses hakenförmig gebogene Ende wieder vollständig deckt und ein Ausziehen desselben dadurch verhindert wird. Solche Streifen von Bandeisen werden in einer Schicht mehrere neben einander gelegt, jedoch so, dass sie den vollen Stein befassen und nicht mit ihren Enden auf Fugen nach der Längenrichtung der Mauer treffen, als ob man etwa zwei vor einander liegende Steine einer Mauer an ihrer zusammenstossenden Fuge befassen wollte. In nachstehenden Figuren 144 A B C ist diese Anordnung näher angedeutet.

Figur 144.

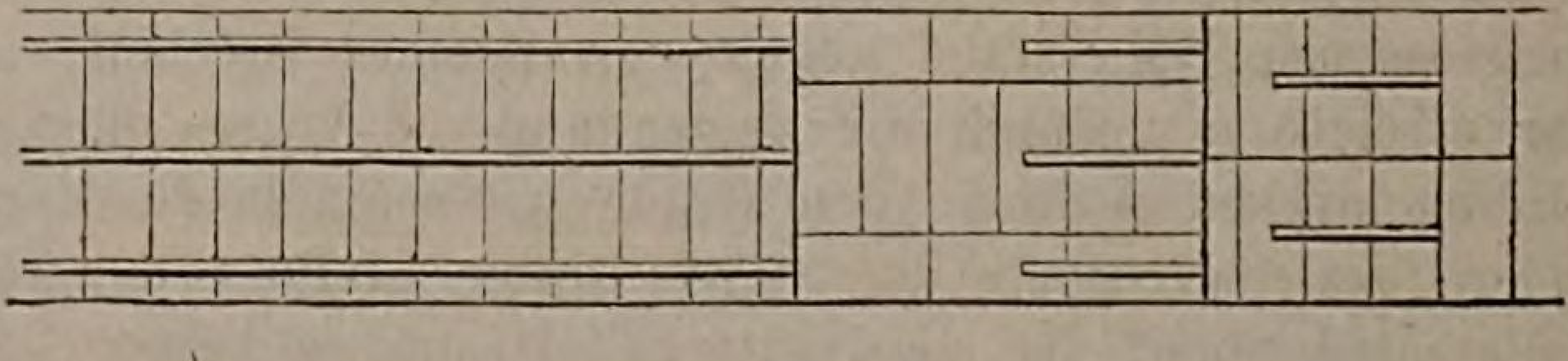
A



B



C



Diese Anwendung des Bandeisens, welche jedoch nur bei Ziegelmauerwerk stattfinden kann, ist nicht allein bei Aufführung der Fundamentmauern sehr zweckmässig, sondern auch bei den Stockwerksmauern, wo dasselbe jedenfalls für längere Zeit die Stelle einer tüchtigen Verankerung vertritt.

Was nun den Zweck der Anwendung des Bandeisens betrifft, so wird durch das Einlegen desselben zunächst eine Verankerung der Mauer nach ihrer Längenrichtung erreicht, indem das Eisen vermöge seiner grossen Zähigkeit bis zu einem gewissen Grade ein Auseinanderreissen der Mauer verhindert und dadurch die Zeit gewonnen wird, bis zu welcher der vermauerte Mörtel in den Fugen eine grössere Konsistenz erhält und soweit erhärtet ist, dass er dem Druck von oben her, ob gleichmässig oder ungleichmässig, mehr Widerstand leisten kann. Es ist selbstverständlich, dass das Eisen in Berührung mit dem Kalke bald oxydiren wird, allein, da die Luft nicht weiter darauf einwirken kann, so wird die Oxydation nur sehr langsam vorschreiten und während der Dauer dieser Oxydation, wodurch aber die Erhärtung des Mörtels in keiner Weise beeinträchtigt wird, wird das eingelegte Eisen stets eine Verankerung der Mauer bilden, deren Festigkeit zwar in stetem langsamen Abnehmen ist, wogegen aber die Erhärtung des Mörtels gleichzeitig im Zunehmen ist.

Sehr interessante Versuche über die Festigkeit des Ziegelmauerwerks, bei welchem das Bandeisen in der oben angegebenen Art angewendet wurde, sind von *Brunel* angestellt worden.

Das von *Brunel* zu diesen Versuchen angewendete Bandeisen bestand aus Eisenstreifen, die 25 Fuss engl. lang, $1^3/_8$ Zoll breit und $^1/_{16}$ Zoll dick waren. Aus den genau angestellten Beobachtungen bei den Belastungsversuchen der Probemauer ergab sich, dass jeder der zwölf in derselben eingelegten Eisenstreifen einem zerstörenden Zuge von nicht weniger als 5000 Kilo widerstanden hatte. Die nähere Beschreibung dieser Versuche findet man in *Förster*'s Bauzeitung, Jahrgang 1838, Seite 137 u. s. f.

Der Verfasser hatte auch mehrfach Gelegenheit, das Bandeisen in der erwähnten Art anzuwenden, und zwar nicht allein bei Aufführung von Grundmauern, sondern auch in den äusseren Stockwerksmauern und in diesen letzteren namentlich über den Fensterbogen in dem darüber liegenden Brüstungsmauerwerk. In einem Falle betrug die Spannweite des sehr flachen Fensterbogens 1,74 Meter und die Breite der Widerlagspfeiler, welche beide Eckpfeiler bildeten 1,01 Meter, bei einer Mauerstärke von einem Stein. Es wurden über dem Fensterbogen in den horizontalen Schichten und zwar in drei verschiedenen Schichten 5 Eisenstreifen eingelegt und entsprachen die durch diese Anordnung erreichten Erfolge durchaus vollständig dem beabsichtigten Zweck, indem sich sowol nach Wegnahme des Lehrbogens als auch später in dem Fensterbogen nicht der feinste Riss zeigte, trotzdem die Pfeilhöhe des Bogens nicht mehr als 5 Zentimeter betrug.

Auch bei den Fundamentmauern eines dreistöckigen Gebäudes, wo der Grund nicht durchweg eine gleichmässig gute Beschaffenheit hatte und wo wegen alter vorhandener beizubehaltender Gebäudetheile nicht eine gleichförmige Befestigung des Baugrundes überall ausgeführt werden konnte, wurde das Bandeisen angewendet, aber die Streifen in erheblich grösserer Anzahl eingelegt. Es wurden in den Frontmauern, in jeder 12 Streifen eingelegt und zwar in verschiedenen Schichten. Durch diese Anwendung erhielt man eine sehr tüchtige Verankerung der Mauern in sich selbst und gleichzeitig den sichtlichen Vortheil, dass die Mauern sich nicht ungleich setzten, welches man anfänglich befürchtet hatte. Die Eisenstreifen wurden erst über der fünften

Schicht des Fundaments eingelegt und selbst in der reinen Mauer wurden in zwei verschiedenen Schichten noch Eisenstreifen eingelegt.

§ 47. Die Trockenerhaltung der Mauern.

Die Sicherung neuer Gebäude gegen eindringende Feuchtigkeit, welche entweder vom Grunde aufsteigt oder von der gegen die Seitenflächen der Mauern angeschütteten feuchten Erde herrührt ist ein Gegenstand von grosser Wichtigkeit, der aber sehr häufig entweder aus übergrosser Sparsamkeit oder aus Unwissenheit, oder auch aus Gewissenlosigkeit nicht genügend oder gar nicht berücksichtigt wird, und in welchem Falle man dann nach Verlauf mehrerer Jahre den grossen Nachtheil hat, dass die vom Grunde dem Fundamentmauerwerk direkt mitgetheilte Erdfeuchtigkeit in die Mauer aufzieht und sowol äusserlich als auch im Innern den Mauerputz zerstört, oder zur Entstehung des Mauersalzes oder gar des verwüstenden Hausschwammes Veranlassung gibt.

Die gewöhnlichsten Mittel, welche man jetzt sehr häufig angewendet findet, um das Aufziehen der Feuchtigkeit in den Mauern zu verhindern, bestehen darin, dass sobald die Grundmauern bis zur Fussbodenhöhe des unteren Stockwerks (parterre) aufgeführt sind, dieselben mit einer etwa 15 Millimeter dicken Isolirschicht aus Asphalt, oder einer Mischung von Theer, Harz (Pech) und Sand, oder aus Mastix bestehend, belegt werden und darüber dann weiter gemauert wird.

Die Anwendung einer solchen Isolirschicht hat sich bis jetzt aber in sehr vielen Fällen auf die Dauer als unzureichend bewiesen. — Man darf diejenigen Fälle, wo ein Gebäude an und für sich schon eine hohe und durchaus trockene Lage hat, nicht als Beweis für die Tüchtigkeit der Anwendung einer solchen Isolirschicht aufstellen. — Wenn nun auch die Masse, woraus diese Isolirschicht hergestellt wird, wegen Entziehung gegen Einwirkung der Luft nicht auswittert, so unterliegt sie doch in hohem Grade den Einflüssen der Temperatur, indem sie im Sommer bei trockner und anhaltend sehr warmer Witterung weich und im Winter bei sehr strenger Kälte sehr spröde und bröcklich wird. Dieser letztere Umstand ist es namentlich, welcher den beabsichtigten Zweck mehr oder weniger illusorisch macht; eine innige Verbindung der Masse mit den Mauersteinen findet schon so nicht statt, sondern sie haftet nur auf denselben; dieses Haften wird aber dadurch noch mehr gelockert und eine vollständige Abtrennung der Masse von den Steinen zu Wege gebracht. Die im Grundmauerwerk aufsteigende Feuchtigkeit sammelt sich unter der Isolirschicht an und bei anhaltendem Frostwetter, wo die Kälte ebenfalls in die Mauer eindringt, gefriert dieselbe und in Folge dessen findet an dieser Stelle eine Ausdehnung statt, welche aber nur darauf hinwirken kann, die durch Frost spröde gewordene Asphalt- oder Mastixschicht zu zersprengen und zu zersplittern. Dieses Letztere wird aber ausserdem noch durch Erschütterungen, die durch vorüberfahrende Wagen oder durch heftig einwirkende Windstürme oder durch sonstige Veranlassungen hervorgerufen werden, bis zu einem gewissen Grade befördert. Durch die hierdurch entstehenden vielen feinen Spalten in der Isolirschicht zieht dann die bis dahin unter derselben sich angesammelte Feuchtigkeit auf und theilt sich dem oberen Mauerwerk mit, welches wegen seiner grösseren Trockenheit dieselbe dann in kurzer Zeit aufnimmt. Bei genauer Beobachtung kann man sich von der Richtigkeit

dieser Behauptung überzeugen, indem in solchen Fällen die Feuchtigkeit dann plötzlich und für den Augenblick in verstärktem Maasse zu Tage tritt.

Aber nicht allein in der eben angedeuteten Weise zieht die Feuchtigkeit auf, sondern auch der Mauerabputz bietet dazu, wenn auch in bedeutend geringerem Grade, die Gelegenheit und findet man nicht selten, dass in dem Mauerabputz die Feuchtigkeit schon ziemlich bedeutend aufgestiegen ist, wenn die innere Mauer selbst an dieser Stelle noch trocken ist. In diesem Falle wird jedoch dann der inneren Mauer die aufziehende Grundfeuchtigkeit vermittelst des Abputzes ebenfalls mitgetheilt und treten die Nachtheile, welche daraus entstehen, zwar erst später, aber dennoch auf.

Mit welcher Schnelligkeit überhaupt die Feuchtigkeit in dem Mauerabputz aufziehen kann, davon liefert folgender Fall, der in der Praxis schon sehr häufig vorgekommen ist, einen schlagenden Beweis. An der Mauer eines Zimmers, welches schon längere Zeit bis zu einer Höhe von 1,25 bis 1,56 Meter sehr feucht war, und worauf weder Tapeten noch Oelmalerei haften wollte, liess man den feuchten Abputz gänzlich beseitigen und nachdem die Fugen der Mauer gehörig ausgekratzt waren, liess man dieselbe durch Zuführung von Zugluft längere Zeit austrocknen. Hiernach wurde die Mauer mit einer Komposition von Theer und Harz überzogen und nachdem dieselbe gehörig gehärtet war, wurde der Abputz der Mauer mit tüchtigem Zementmörtel wieder hergestellt. Somit war die feuchte Stelle der Zimmerwand zwar ganz beseitigt, es zeigte sich aber nach Verlauf kaum eines Jahres, dass die Feuchtigkeit sich mit einer rapiden Schnelligkeit nach Oben hin verbreitete und den bis dahin ganz trocken gewesenen Theil der Mauer ergriff und zwar in der Art, dass innerhalb zweier Jahre die Feuchtigkeit sich bis zu einer Höhe von za. 3,76 Meter ausgebreitet hatte. Es musste sich also die Feuchtigkeit, da die neu abgeputzte Stelle bis dahin äusserlich ganz trocken geblieben war, nunmehr hinter der Harzschicht aufziehen und so dem oberen Mauerputz sich mittheilen und zwar in einem bedeutend verstärkten Grade, weil durch die aufgebrachte Harzschicht alle Feuchtigkeit in der Mauer zurück gehalten und jede Verdunstung derselben durch die äussere Luft verhindert wurde. Bei dem früheren Zustande fand noch bis zu einem gewissen Grade eine Verdunstung statt, welche nunmehr durch den Harzauftrag, vollständig aufgehoben war.

Um die Sprödigkeit der Masse der Isolirschicht zu mindern, hat man zum Asphalt einen grösseren Zusatz von Goudron oder zur Theermasse anstatt des Zusatzes von Harz nur Pech angewendet.

Hierdurch wird zwar dem oben erwähnten Nachtheil etwas vorgebeugt, allein gleichzeitig wird wieder der Nachtheil hervorgerufen, dass die Masse bei trockener und sehr warmer Jahreszeit weich wird und durch die darüber aufgeführte Mauerlast herausgepresst und der Abputz der Mauer beschädigt wird.

Als Isolirschicht hat man auch Glastafeln angewendet, welche in den auf der Oberfläche der Mauer ausgebreiteten Zementmörtel eingerieben wurden, und nachdem der Mörtel genügend angezogen hatte und einigermaassen erhärtet war, wurde darüber in der gewöhnlichen Weise weiter gemauert.

In ganz einzelnen Fällen hat man auch Bleiplatten als Isolirschichten angewendet. Diese konnten sich aber auf die Dauer schwerlich bewähren, indem das Metall vermöge seiner Weichheit durch die Last der darüber aufgeführten Mauer auf der rauhen Oberfläche, worüber dasselbe ausgebreitet war, zerdrückt und durchlöchert wurde, und in einem solchen durchlöcherten Zustande dann das Durchdringen der vom Grunde aufziehenden Feuchtigkeit nicht mehr genügend verhindern konnte.

Am wenigsten erzielt man durch Anwendung solcher Isolirschichten günstige Resultate, wenn die Fundamente von Bruchsteinen hergestellt sind und namentlich ist dieses im hohen Grade der Fall, wenn man Kalksteine dazu verwendet.

Denn, sobald diese Steine mit Erde in Berührung kommen, welche viele stickstoffhaltige organische Theile enthält, erzeugt sich sehr bald kohlensaures Natron und andere Salzarten und es entsteht dann ein Salzbeschlag, der sich von der Grundmauer aus über das angrenzende Mauerwerk verbreitet und den Mörtel, womit gemauert ist, zersetzt. In weit geringerem Grade findet dieses statt bei Fundamentmauern, die aus tüchtigen und gutgebrannten Mauerziegeln (aber keine Bleichsteine oder sogenannte halb gahr gebrannte Steine) hergestellt sind, und hat man hier durch Anwendung einiger Schichten Klinker (bis zur Verglasung stark gebrannte Mauerziegel), welche in scharfen Trass- oder Zementmörtel vermauert wurden, das Aufziehen der Feuchtigkeit meistens ganz verhindert.

Es ist daher jedenfalls das Zweckmässigste zur Verhinderung des Aufziehens der Grundfeuchtigkeit, wenn man auch selbst die Fundamente aus durchaus gahr gebrannten Mauerziegeln, in Trass- oder Zementmörtel vermauert, herstellt, weil auf beide Theile die stickstoffhaltigen Beimengungen der angeschütteten Erde keinen erheblichen Einfluss haben; diejenigen Schichten aber, welche unmittelbar unter der Oberfläche der Erde und unmittelbar darüber liegen, müssen dann, um alles und jedes Aufziehen und Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern, aus Klinkern, ebenfalls in Zement- oder Trassmörtel vermauert, hergestellt und äusserlich später damit ausgefugt werden. Das übrige Sockelmauerwerk würde ebenfalls mit Klinkern zu verblenden und auszufugen sein, um die Einwirkung des anspritzenden Wassers bei starkem Regen unschädlich zu machen.

Wird der Sockel des aufzuführenden Gebäudes mit Sandsteinplatten verblendet, so ist es jedenfalls zweckmässig, wenn man zur unmittelbar anliegenden Hintermauerung ebenfalls Klinker verwendet, damit die bei Veränderung der Witterung ausschwitzende Feuchtigkeit der Sandsteinverblendung nicht auf die Hintermauerung wirken kann, welche stets nur nachtheilige Folgen haben kann. Die beiden nächstfolgenden Schichten über dem Sockel sind ebenfalls aus Klinkern, in Zement- oder Trassmörtel vermauert, herzustellen. Diese Klinkerschichten werden dann äusserlich später mit verputzt. Der Putzmörtel haftet auf der glasähnlichen Oberfläche der Klinker sehr gut, sobald derselbe nur angezogen hat, und wird, wenn er festgeworden ist, weder durch Frost noch durch sonstige Einflüsse abgesprengt.

Die durch eine solche Anordnung hervorgerufenen Mehrkosten sind im Verhältniss zu den Kosten der übrigen Arbeiten keineswegs so bedeutend und in den wenigsten Fällen werden sie mehr als höchstens ein Prozent der Bausumme betragen. Der Vortheil, der aber dadurch erlangt wird, ist um so grösser, indem dadurch ein Aufziehen der Grundfeuchtigkeit besser und wirksamer verhindert wird als durch Anwendung einer Isolirschicht aus Asphalt, Mastix oder dergleichen bestehend. Von der Richtigkeit dieser Behauptung und von der Zweckmässigkeit der Anwendung von Klinkerschichten kann man sich leicht überzeugen, wenn man nur ältere Gebäude untersucht, bei denen in Ermangelung der Isolirschichten aus Asphalt, Mastix oder ähnlichen Materialien, welche bei Aufführung der Gebäude noch nicht bekannt waren, mehrere Schichten Klinker in Trassmörtel vermauert, als Isolirschicht angewendet wurden und welche bis dahin noch dem beabsichtigten Zweck vollständig entsprochen haben.

Erhält das aufzuführende Gebäude Kellerräume, so hat man nicht nur die Fundamente gegen die eindringende Feuchtigkeit vom Grunde herrührend,

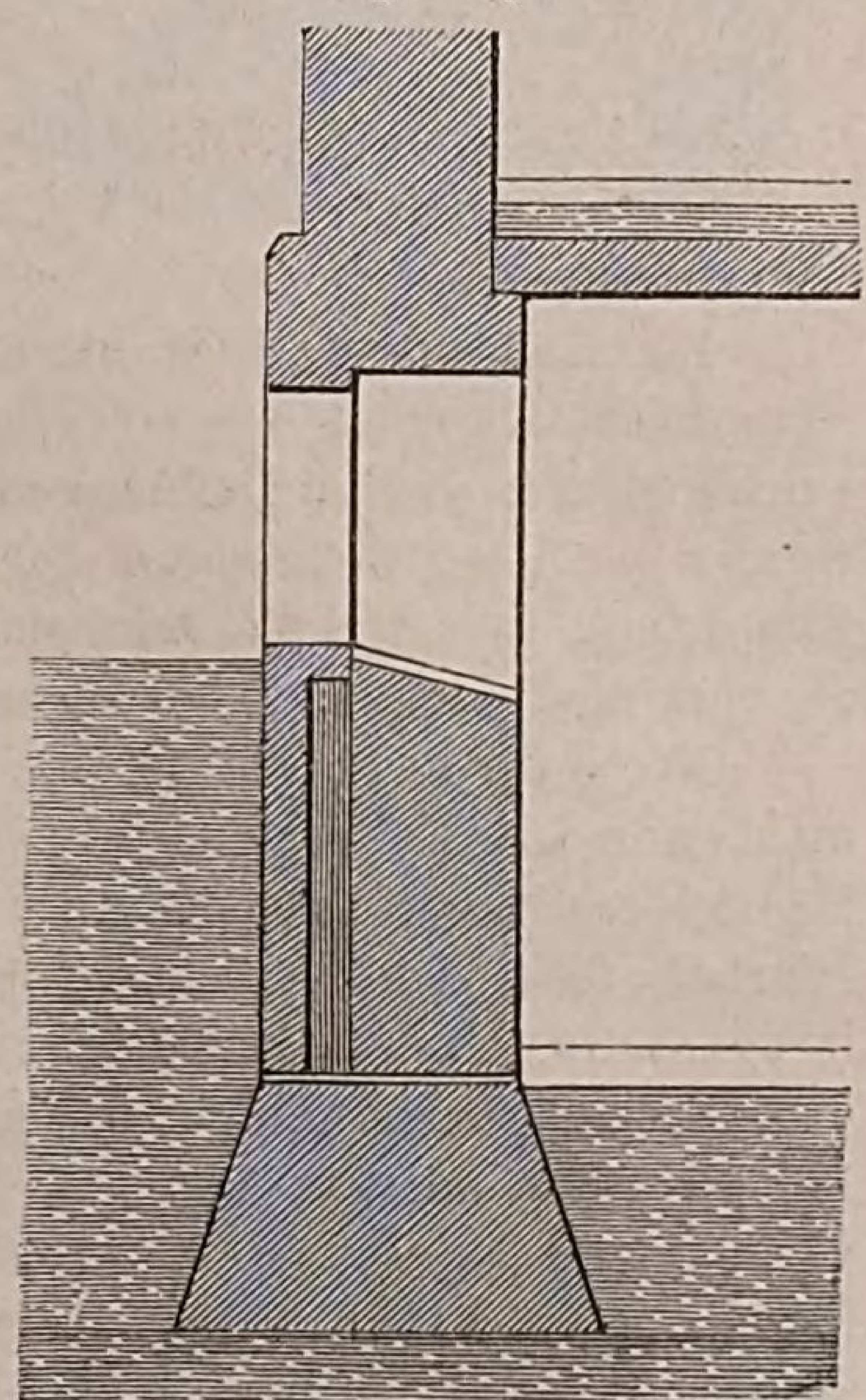
zu schützen, sondern auch die von einer Seite mit Erde beschütteten Kellermauern, bei welchen ausserdem auch noch darauf Rücksicht zu nehmen ist, dass sich an der inneren Seite derselben in Folge des Temperaturwechsels vielfach feuchte Dünste niederschlagen.

Mehr oder weniger lässt sich für kurze Zeit das Eindringen von Feuchtigkeit in die Kellermauern dadurch abhalten, dass man die Mauern äusserlich, soweit sie mit Erde beschüttet werden, mit einem Ueberzuge von Asphalt, Mastix oder künstlicher Asphaltmasse überzieht. Ein solcher Ueberzug kann aber auch keine lange Dauer gewähren, wenigstens nicht in der Art, dass er die Feuchtigkeit nicht durchlässt, indem hier auch der im Winter eintretende Frost eine Trennung des Ueberzugs von der Mauer bewirkt, wie dieses schon oben angeführt wurde. Weit wirksamer ist ein solcher Ueberzug, wenn man ihn aus Portland-Zement und in einer Stärke von mindestens 15 Millimeter herstellt, indem man denselben mit der Mauerkelle an die von allen anhängenden Erdtheilchen vollständig gereinigte und vorher mit Wasser angenässte Mauer anwirft, ihn mit dem Richtholz gerade abzieht und die Oberfläche dann mit der Mauerkelle abglättet und so lange der Anwurf noch weich ist, jede sich zeigende Ritze mit derselben zustreicht.

Durchaus trocken aber lassen sich die Mauern auch hier wieder erhalten, wenn man dieselben äusserlich, sowie auch im Innern mit Klinkern in Trassmörtel vermauert, verblendet und hierauf das Mauerwerk mit gleichem Mörtel ausfugt, in welchem Falle dann auch die im Innern sich niederschlagenden feuchten Dünste auf das Mauerwerk selbst keinerlei nachtheilige Folgen äussern können. Das sämmtliche übrige innere Füllmauerwerk muss selbstverständlich mit demselben Mörtel vermauert werden.

Mit einem erheblich grösseren Kostenaufwand lässt sich dieser Zweck auch erreichen dadurch, dass man eine vollständige Isolirung der Kellermauern vom Erdreich durch unbedeckte oder bedeckte Kanäle herstellt. Oder man hat auch durch Anordnung einer Luftschicht, wie dieses in nebenstehender Figur 145 dargestellt ist, solches zu erreichen gesucht.

Figur 145.

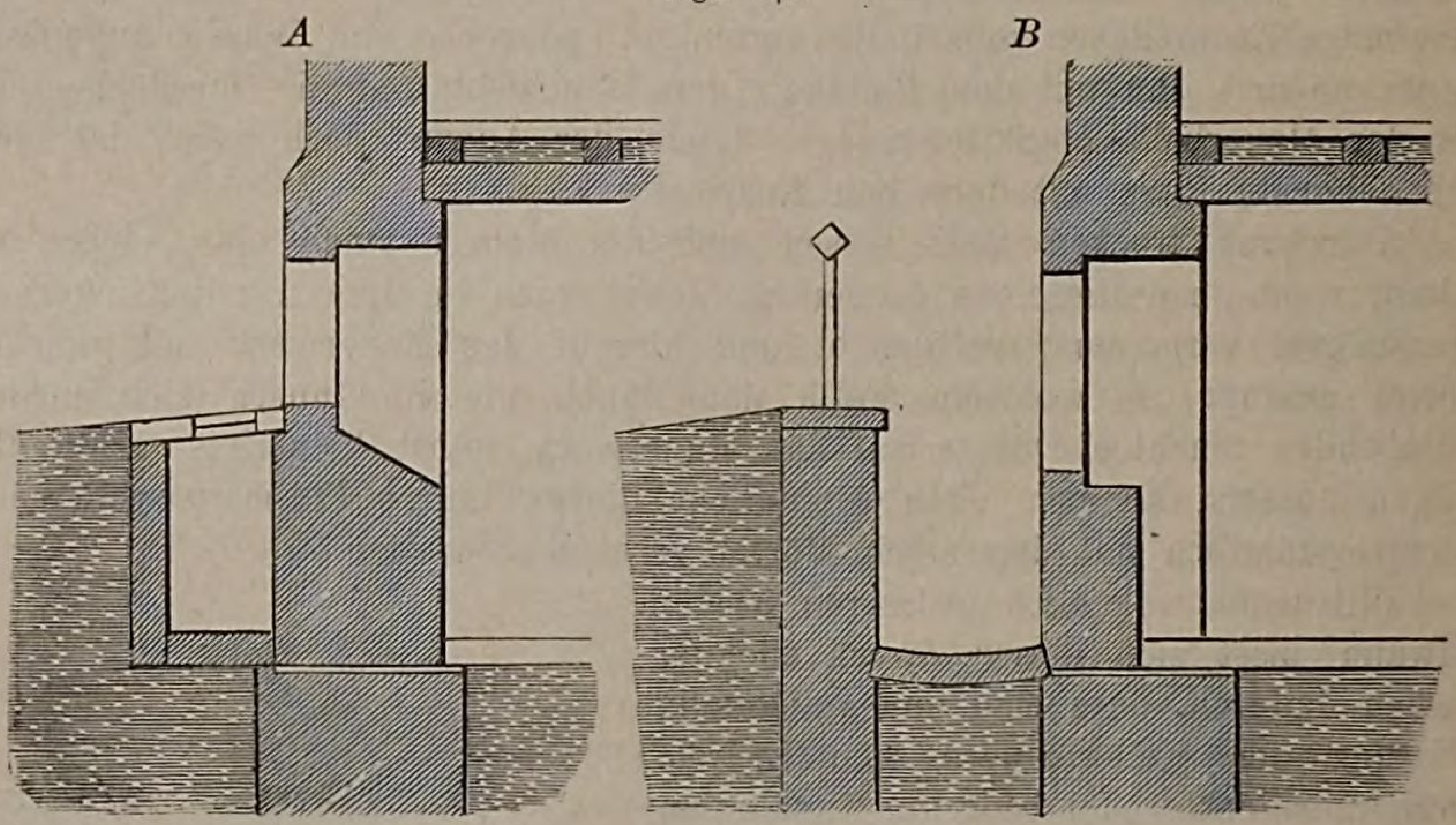


Die hier dargestellte Anordnung ist wol die am wenigsten zu empfehlende. Durch die Anordnung der Luftschicht mit der äusseren abschliessenden einen halben Stein starken Isolirmauer wird die direkte und unmittelbare Einwirkung der Feuchtigkeit von der Hauptmauer zwar abgehalten, es wird aber keineswegs verhindert, dass die abgeschlossene Luftschicht mit dumpfiger feuchter Luft angefüllt wird und diese dann auf das innere Mauerwerk nachtheilig einwirkt und zwar findet dieses um so eher statt, wenn man im guten Glauben durch die Anordnung der Isolirmauer alles zu erreichen, die innere Mauer aus vielleicht weniger gutem Material aufgeführt hat, wie dieses sehr häufig geschieht. Es tritt hier aber ausserdem der oben bei Abhandlung über hohle

Mauern erwähnte Nachtheil um so stärker hervor, weil hier die Einwirkung der freien Luft durch Gegenschütten der stets feuchten Erde ganz und gar abgehalten wird. Auch wenn man die Luftschicht durch Oeffnungen in der Isolirmauer mit der äusseren Luft in Verbindung bringen wollte, so würde dieses doch den Uebelstand der grösseren Ansammlung von feuchter Luft nicht aufheben, weil wegen der grösseren Schwere und in Folge der niederen Temperatur der Luft in dem Zwischenraume ein Aufsteigen derselben während der trockenen und wärmeren Jahreszeit, wo ein starker Luftwechsel am nützlichsten sein würde, nicht stattfinden kann.

Ungleich zweckmässiger ist die Anordnung von bedeckten oder unbedeckten Kanälen, welche eine vollständige Isolirung der Kellermauern vom Erdreich herstellen. Derartige Anordnungen sind in nachstehenden Figuren 146 A B näher dargestellt.

Figur 146.



Bei Anordnung eines bedeckten Kanals ist der erforderliche Luftwechsel sehr leicht dadurch zu erreichen, dass man in der Bedeckung desselben an verschiedenen Stellen Oeffnungen herstellt, welche mit eisernen Rosten bedeckt werden. Diese Oeffnungen bieten dann gleichzeitig auch Gelegenheit, den Kanal mit Leichtigkeit reinigen zu können, und somit alle Ansammlungen zu verhüten, die möglicherweise zu Feuchtigkeit Veranlassung geben könnten.

Noch vortheilhafter ist die Anordnung unbedeckter Kanäle, weil hierbei nicht nur die Kellermauern völlig frei gelegt werden, sondern auch für die Herstellung von Kellerfenstern höchst vortheilhaft Gelegenheit geschaffen wird. Hierbei stellt sich nur eine Schwierigkeit heraus, nämlich die Abführung des in dem äusseren unbedeckten Kanale sich sammelnden von Regen oder schmelzenden Schnee herrührenden Wassers. Kann man dieses durch unterirdische Röhren nach entfernt liegenden Kanälen ableiten, so ist diese Anordnung sehr vortheilhaft; muss man das sich sammelnde Wasser aber durch Röhrenleitungen in den umgebenden Boden abziehen lassen, so geht der Vortheil zum Theil wieder verloren, denn bei anhaltend nasser Witterung wird dadurch ringsum der Boden des Gebäudes sehr bald mit Feuchtigkeit so geschwängert werden, dass ein ferneres Abziehen des im Kanale sich ansammelnden Wassers nicht mehr stattfinden wird.

Bei diesen zuletzt dargestellten Anordnungen ist noch zu bemerken, dass ihre Ausführung in Städten, wenn die Gebäude unmittelbar an der Strasse liegen, wol in den wenigsten Fällen stattnehmig sein wird, auch meistens dann schon durch die baupolizeilichen Vorschriften, nach welchen die Baugrenze nicht überschritten werden darf, verboten sein möchten. Dagegen bei Gebäuden, die eine freie Lage haben oder von der Baugrenze genügend entfernt liegen, ist diese Anordnung, wenn die territorialen Verhältnisse es sonst zulassen, jedenfalls mit Vortheil anzuwenden.

Trotz dieser Anordnungen ist es aber dennoch durchaus notwendig, dass für eine gute und schnelle Abführung des Wassers aus der unmittelbaren Umgebung des Gebäudes Sorge getragen werde, damit bei längerem und anhaltenden Regen sich das Wasser hier in unmittelbarer Nähe des Gebäudes nicht ansammeln und hier in die Erde eindringen kann und diese zu sehr anfeuchtet. Ferner ist noch zu bemerken, dass, abgesehen von der grösseren Zweckmässigkeit dieser zuletzt erwähnten Anordnung, es dennoch notwendig ist, dass die Fundamente auch hier gegen Eindringen von Feuchtigkeit möglichst sicher gestellt werden, denn würde dieses unterlassen, so würde die übrige Einrichtung, wodurch die Feuchtigkeit abgehalten werden soll, den beabsichtigten Zweck für die Dauer nicht in dem erforderlichen Grade erfüllen.

Es ist oben erwähnt, dass Erde, die mit vielen stickstoffhaltigen organischen Bestandtheilen vermengt ist, in Berührung mit Mauerwerk, für dasselbe immer nachtheilig ist; denn ausserdem, dass diese Erdarten in Berührung mit Kalk leicht zur Bildung von Salzen Veranlassung geben, erhält sich auch die von oben eingedrungene Feuchtigkeit weit länger darin. Diese Nachtheile lassen sich zum grossen Theil heben, wenn man statt der Erde zur Anschüttung gegen die Mauern reinen Gruben- oder Mauersand verwendet. Dieser Sand ist einmal frei von allen organischen stickstoffhaltigen Beimengungen und ferner lässt derselbe das von oben eindringende Regen- und Schneewasser schneller durchfliessen, so dass es in dieser Aufschüttung nicht sich aufhalten und daher auf die begrenzenden Mauern weniger einwirken kann. Eine solche Sandausfüllung wird aber trotz der grossen Zweckmässigkeit wegen der daraus erwachsenden Mehrkosten in den wenigsten Fällen angewendet, sondern meistens wird zur Ersparung der Kosten des Transports nicht allein die aus den Fundamentgräben ausgeworfene Erde wieder sofort angeschüttet, sobald die Mauer nur so weit als dazu erforderlich, aufgeführt ist, sondern sehr häufig wird sogar auch noch der mit vielen Holzspähnen und sonstigen Abfällen untermengte Bauschutt aus dem Gebäude zum Auf- und Hinterfüllen benutzt. Dieses Letztere sollte aber unter allen Umständen unterbleiben, denn nicht allein, dass diese Erde das Wasser sehr lange an sich hält, sondern es werden auch durch die sehr bald eintretende Fäulniss der Holztheilchen und sonstiger vegetabilischer Stoffe die stickstoffhaltigen Beimengungen der Erde vermehrt und somit die schon vorhandenen Uebelstände noch wesentlich vergrössert.

Sehr schwierig ist es, bei älteren Gebäuden derartige Uebelstände, wie die erwähnten, zu beseitigen und gänzlich wieder aufzuheben. Die gewöhnlichen Mittel, welche angewendet werden, um den beregten Uebelstand zu heben, und deren eines der am meisten angewendeten schon oben erwähnt wurde, erfüllen durchaus nicht den Zweck und man erreicht dadurch nur, die vorgetretene Feuchtigkeit auf kurze Zeit unsichtbar zu machen oder zu verdecken, wo dieselbe aber dann sehr bald wieder und häufig noch in ver-

stärktem Grade zu Tage tritt. Unter Beibehaltung der vorhandenen mit Feuchtigkeit durchzogenen Mauern ist es aber auch nicht wol möglich, den Uebelstand gänzlich zu heben, indem man die Ursache selbst nicht gänzlich beseitigen kann; durch zweckmässig angewendete Mittel ist man aber wol im Stande, das fernere Hervortreten und die weitere Ausdehnung der Feuchtigkeit zu mindern.

Um dieses nun zu erreichen, ist es zunächst erforderlich zu untersuchen, welches die wesentlichste Ursache der in der Mauer aufziehenden Feuchtigkeit ist. In manchen Fällen liegt es in der Beschaffenheit des verwendeten Materials und dann ist die Beseitigung der Feuchtigkeit jedenfalls sehr schwierig; sehr häufig ist aber auch die Ursache darin zu suchen, dass eine fehlerhafte Anlage eines Wasserlaufs in unmittelbarer Nähe der betreffenden Mauern sich befindet oder eine Abtrittsgrube oder Mistgrube an die Mauer lehnt, oder auch, dass eine mangelhafte Abwässerung in unmittelbarer Nähe des Gebäudes stattfindet.

Besteht die wesentlichste Ursache in der fehlerhaften Anlage eines in unmittelbarer Nähe der Mauer sich befindenden Wasserlaufs oder in der mangelhaften Abführung des Regenwassers, so kann man schon durch eine verbesserte Anlage dieser Gegenstände dem dadurch hervorgebrachten Uebelstande wesentlich abhelfen, wenigstens insoweit, dass das Uebel nicht noch vergrössert werde. Es ist aber keineswegs genug, dass man nur den Wasserlauf verbessert oder eine Erdauffüllung zum Behufe einer schnelleren Abführung des Regenwassers vom Gebäude weg herstellt, sondern es ist auch notwendig, dass man die bis dahin mit Feuchtigkeit durchzogene und geschwängerte Erde an der Mauer ganz ausgräbt, die Mauer von allen anhängenden Erdtheilchen mittelst scharfer Besen reinigt und hierauf dieselbe mit einem tüchtigen Zementabputz überzieht. An Stelle der ausgegrabenen Erde wird reiner Mauer- oder Kiessand eingefüllt, welches um so zweckmässiger ist, weil in diesem die Feuchtigkeit sich weniger halten kann. Zur Abführung des Regen- und Schneewassers ist dann ferner notwendig, dass an der Mauer und in deren unmittelbaren Umgebung der Boden mit einem Asphalt- oder dichtem Steinpflaster belegt werde, welches ein möglichst starkes Gefälle von der Mauer abwärts erhält. Bei Herstellung der Pflasterung bietet die Sandunterlage wieder den grossen Vortheil, dass bei starkem und anhaltendem Froste die Pflasterung nicht gehoben wird, welches darin seinen Grund hat, dass das von oben eindringende Wasser in der Sandschüttung selbst sich nicht ansammelt und darin erhält, sondern schnell tiefer eindringt und daher nicht gefrieren und in Folge dessen der Boden sich auch nicht ausdehnen kann, wo dagegen bei humusreicher Erde diese eine grosse Menge Wasser aufnimmt und sehr langsam und hauptsächlich nur durch Ausdünstung dasselbe wieder abgibt, in Folge dessen aber auch dann bei anhaltendem Froste eine sichtbare Hebung des Bodens stattfindet.

Es ist aber nicht allein notwendig, dass man äusserlich die durchfeuchtete Erde beseitigt und durch reinen Sand ersetzt, sondern es muss, sobald das Gebäude keine Keller hat, auch im Innern des Gebäudes dasselbe ausgeführt werden, weil hier in den meisten Fällen dann die Erde unter den inneren Fussböden ebenfalls schon erheblich mit Feuchtigkeit geschwängert ist.

Die feuchten Stellen in der Mauer werden, nachdem die vorbeschriebenen Arbeiten hergestellt sind, dadurch beseitigt, dass man die Mauer an den bezüglichen Stellen und ringsum darüber etwas hinaus, etwa 7 bis 9 Zentimeter

tief ausschlägt und diese Vertiefungen dann mit hochkantigen Klinkern in vollen scharfen Zementmörtel ausmauert und darüber den Wandputz wieder herstellt.

Rührt die Feuchtigkeit von dicht an der Mauer liegenden Abtrittsgruben oder Kloaken her, so lässt sich die weitere Ausbreitung der eingedrungenen Feuchtigkeit nur dadurch verhindern, dass man an der bezüglichen Stelle die Mauer dicht oberhalb der Grube in ihrer ganzen Stärke auf etwa 1 Meter Höhe ausbricht und die Oeffnung mit Klinkern in scharfen Trassmörtel wieder ausmauert. Es liegt bei Anwendung des Trassmörtels jedenfalls eine längere Erfahrung vor als bei den verschiedenen jetzt zur Verwendung kommenden Zementarten, und ausserdem hat man noch den grossen Vortheil, dass bei einer längeren Durcharbeitung des Trassmörtels vor seiner Verwendung die Bindekraft desselben nicht geschwächt, sondern eher noch vergrössert wird. Ueber die Anwendung der verschiedenen Zementarten liegen, wie auch eben angeführt, durchaus noch nicht so lange Erfahrungen vor und ist es bislang keineswegs so bestimmt erwiesen, ob die verschiedenen Zemente sich gegen die Einwirkung solcher ammoniakalischer Flüssigkeiten, wovon hier die Rede ist, so verhalten, wie dieses beim Trassmörtel der Fall ist.

In vielen Fällen ist durch Anwendung dieser Mittel und bei vorsichtiger Ausführung derselben der erwähnte Uebelstand entweder ganz beseitigt worden oder es wurde derselbe doch so abgeschwächt, dass er sich nicht weiter ausbreitete. Diese Mittel sollen aber dennoch nicht als Universalmittel gelten, die für alle Fälle gleich vortheilhaft anwendbar sind und überall gleich gute Erfolge geben müssen; es sind aber jedenfalls diejenigen Mittel, welche, wenn sie richtig angewendet werden, in allen Fällen mehr und besseren Erfolg versprechen, als wenn man die Mauern an den feuchten Stellen mit Asphalt oder ähnlichen Surrogaten überzieht und sie dadurch wasserdicht machen will, welches aber, da man die Ursache der entstehenden Feuchtigkeit selbst nicht zu beseitigen sucht, nur eine durchaus zwecklose und Geld kostende Arbeit ist.

Rührt die Feuchtigkeit aus der Anwendung schlechten Materials her und sind z. B. die Fundamente aus Kalksteinen hergestellt, welche in Berührung mit stickstoffhaltiger Erde sehr leicht den sogenannten Kalksalpeter erzeugen, so ist die Beseitigung der Feuchtigkeit oder die Verhinderung der ferneren Ausbreitung derselben sehr schwierig und wird schwerlich in anderer Weise zu erlangen sein, als dass man die zunächst auf den Kalksteinfundamenten liegenden Ziegelsteinschichten nach und nach beseitigt und durch Klinkermauerwerk in scharfen Trassmörtel vermauert, wieder ersetzt. Bei Aufführung eines Gebäudes, bei welchem die Fundamente aus Kalksteinen hergestellt werden, lässt sich aber den benannten Nachtheilen mit einem verhältnissmässig geringen Mehrkostenaufwand vorbeugen, wenn man erstlich zur Aufmauerung der Kalksteinfundamente nur Trass- oder Zementmörtel verwendet und ferner, wenn man die unmittelbar darüber aufzuführenden Mauerschichten in einer Höhe von mindestens 0,5 Meter aus Klinkern in Trassmörtel vermauert herstellt und darüber erst das weitere Ziegelmauerwerk aufführt.

Eine Anordnung, die man zur Verdeckung feuchter Mauerstellen im Innern der Gebäude vielfach angewendet findet, besteht darin, dass man an den inneren Flächen der Mauern 2 bis 3 Zentimeter starke Holzlatten oder Leisten in Entfernung von höchstens 60 Zentimeter von einander befestigt und hierüber dann Leinewand spannt, welche mit verzinnten Nägeln oder Kupfernägeln auf die Holzleisten befestigt wird. Diese Leinewand wird dann

entweder mit Oelfarbe überstrichen oder mit Papiertapeten überklebt. Man erhält auf diese Weise zwar eine Luftschicht zwischen Mauer und Tapeten, die aber wegen gänzlichen Mangel an Luftzug sehr rasch mit feuchter und dumpfiger Luft angefüllt wird, welche auf die Leinewand binnen kurzer Zeit schon einen zerstörenden Einfluss ausübt und binnen wenigen Jahren dieselbe so mürbe macht, dass sie von den Nägeln losreisst. Ausserdem wird aber auch das von dieser Wand begrenzte Zimmer fortwährend mit unangenehmer und dumpfig riechender Luft angefüllt. Dieselben Uebelstände werden auch entstehen, wenn man die feuchten Stellen der Mauern mit Bleifolie, Asphaltpapier oder mit ähnlichem Material beklebt.

Ueberzieht man solche Mauern statt mit Tapeten oder Leinewand mit Holzbekleidungen (Täfelwerk), so befördert man dadurch häufig sehr leicht die Bildung von Schwamm, und wenn auch dieser nicht entsteht, so tritt doch sehr leicht und bald eine Fäulniss des Holzes ein, die eine baldige Erneuerung der Holzbekleidung wieder erforderlich macht. Es ist dieses auch sehr leicht erklärlich; durch den Oelfarbenanstrich auf der Oberfläche der Holztäfelung wird alle und jede Ausdünstung des Holzes aufgehoben; an der inneren Seite, welche der Mauer zugekehrt ist und wo aller Zutritt der freien Luft abgeschnitten wird, wirkt fortwährend die feuchte Ausdünstung der Mauer auf das Holz ein, wodurch die Pflanzenstoffe des Holzes zersetzt werden und in Folge dessen unter steter Einwirkung der Feuchtigkeit eine Fäulniss des Holzes notwendig herbeigeführt wird. Man darf daher Holztäfelungen nur an durchaus trocknen Mauern anbringen und man muss selbst noch hier solche Vorkehrungen treffen, wodurch ein Wechsel der hinter der Holztäfelung vorhandenen Luft, wenn auch nur mangelhaft, dennoch stattfinden kann.

Aus dem bisherigen geht zur Genüge hervor, dass es häufig mit grossen Schwierigkeiten und sehr erheblichen Geldopfern verbunden ist, derartige Uebelstände, wovon hier die Rede gewesen ist, bei vorhandenen Gebäuden wieder zu beseitigen. Man muss daher bei Anlage und Ausführung von neuen Gebäuden schon gleich Anfangs um so mehr darauf Rücksicht nehmen, das Entstehen solcher Uebelstände zu verhindern, und sollte man dieses um so weniger unbeachtet lassen, da bei der ursprünglichen Anlage durch einen geringen Aufwand von Mehrkosten für zweckmässige Vorkehrungen ein späteres Entstehen der erwähnten Uebelstände ganz verhindert werden kann.

§ 48. Ueber die Anlage der Keller und Kellerfenster.

Was die Anlage der Fundamente bei Gebäuden betrifft, welche keine Keller erhalten, so ist darüber bereits das Nötige angeführt. Soll aber das aufzuführende Gebäude einen Keller erhalten, so gelten zwar die oben angeführten Vorschriften in Betreff der Anlage der Fundamente selbst auch hier, jedoch mit dem Unterschiede, dass die Fundamente so viel tiefer in die Erde hineingelegt werden müssen, um die Kellerräume in der bestimmten Höhe herstellen zu können. Um jedoch die Tiefe, bis zu welcher die Fundamente gelegt werden müssen, bestimmen zu können, muss zunächst diejenige Höhe bestimmt werden, in welcher der Fussboden des Kellers gelegt werden soll und wird dann die Tiefe der Fundamente so bestimmt, dass sie sämmtlich noch unterhalb des Kellerfussbodens zu liegen kommen.

Die Höhe des Kellerfussbodens, wonach sich also auch die Tiefe der Fundamente richtet, ist aber wieder abhängig von der Höhe des Fussbodens

des unteren Stockwerks und diese letztere hängt wieder mehr oder weniger ab von der Einrichtung des Stockwerks und davon, zu welchem Zwecke dasselbe benutzt werden soll. Soll z. B. das untere Stockwerk eines Gebäudes als Stallung und Wagenremisen eingerichtet werden, so darf der Fussboden dieses Stockwerks nur wenig erhöht über dem Strassenniveau liegen. Auch wenn dasselbe als Verkaufslokal eines Kramdetailgeschäfts benutzt werden soll, so ist es unzweckmässig, den Fussboden desselben so hoch zu legen, dass er einen Meter oder wieviel über dem Strassenniveau liegt, weil dann durch die notwendige Anlage von Tritten der Zugang, namentlich für Landleute, etwas unbequem gemacht und dadurch ein stärkerer Verkehr des Geschäfts selbst leicht beeinträchtigt wird. Soll dagegen das Lokal für ein grösseres Verkaufsgeschäft benutzt werden oder zum Bewohnen dienen, so ist eine erhöhte Lage vortheilhaft und ist es dann mehr oder weniger gleichgiltig, ob einige Stufen mehr anzusteigen sind oder nicht, wenn nur für eine bequeme Treppenanlage und für stete Reinhaltung derselben Sorge getragen wird. Wenn nun auch in einzelnen Fällen solche Rücksichten genommen werden müssen und es mehrentheils von dem Bauherrn vorgeschrieben wird, so können sie doch im Allgemeinen nicht durchaus maassgebend sein, sondern kommt es vor allen Dingen zunächst und hauptsächlich auf die Beschaffenheit und Lage des Terrains an, auf welchem das Gebäude aufgeführt werden soll.

Ist die Lage und Beschaffenheit des Terrains so, dass dasselbe sehr hoch und trocken liegt und man überhaupt vom Grundwasser oder von Ueberschwemmungen nichts zu befürchten hat, so kann man den Keller tief genug legen und hat man dann nur Sorge für eine genügende Erhellung und Lüftung des Kellers zu tragen. Ist dagegen die Lage des Terrains, wo das Gebäude aufgeführt werden soll, eine niedrige und ist sogar in geringer Tiefe unter der Oberfläche desselben schon Grundwasser vorhanden, so wird durch diesen Umstand schon der Höhenpunkt bestimmt, bis zu welchem der Fussboden des Kellers gesenkt werden darf. Denn mit der Sohle des Kellers in diejenige Erdschicht einzuschneiden, welche schon das Grundwasser birgt, ist durchaus nicht ratsam, zumal da man, wenn der Keller eine grössere Ausdehnung erhält, gar nicht im Stande ist, den Fussboden des Kellers wasserdicht zu erhalten und das Eindringen des Grundwassers zu verhindern, und ist man hierzu um so weniger im Stande, wenn in der Nähe ein Fluss ist, von dessen Wasserhöhe der Stand des Grundwassers mehr oder weniger abhängig ist. Wenn das Dichten des Fussbodens durch besondere Vorkehrungen, als namentlich durch Herstellung von umgekehrten Gewölben unter dem Fussboden, welches vielfach in Vorschlag gebracht, auch anfänglich gelingt, so zeigt sich aber doch sehr häufig, namentlich bei plötzlichen und starken Regenschauern, sowie überhaupt auch bei anhaltend nasser Jahreszeit, wo der Grundwasserstand sich auch hebt, ein Durchdringen des Wassers an allen Ecken und Enden des Kellers.

Man legt diesen umgekehrten Gewölben nicht selten einen grösseren Wert bei, als sie wirklich haben und man macht für die Zweckmässigkeit der Anwendung dieser Gewölbe gewöhnlich den Grund geltend, dass sie dem Druck des aufsteigenden Wassers von unten her einen grösseren Widerstand entgegensetzen. Man lässt hierbei aber ganz unberücksichtigt, dass für die Zeit, wo ein solcher Druck des Wassers von unten her nicht vorhanden ist (wenn überall ein solcher Druck stattfindet), die umgekehrten Gewölbe mit ihrem ganzen Gewicht und in ihrer ganzen Ausdehnung auf mehr oder weniger

komprimirbaren Boden liegen und sehr leicht in den Fugen brechen und sich ungleich senken können. Ein ungleiches Senken des Gewölbes wird auch schon dadurch leicht herbeigeführt werden, wenn der darüber gelegte Fussboden mit Lasten ungleich beschwert wird. Auch die durch Ueberrollen von grösseren Tonnen oder mit Lasten beschwerter Handwagen entstehenden Erschütterungen wirken auf Brechen der Fugen in den Gewölben und Senken einzelner Theile derselben. Eine Stützung der Gewölbe gegen die Kämpfer, welche hier durch die Fundamente der Umfassungsmauern und Pfeiler vertreten werden, findet nicht statt und um so eher lösen sich die Gewölbe durch die darüber entstehenden Erschütterungen ab, da auch noch die Gewölbe mit ihrem ganzen Gewichte auf die unterliegende durchnässte Erde drücken und diese dadurch mehr oder weniger komprimirt wird. Weniger leicht würde ein solches Oeffnen der Kämpferfugen stattfinden, wenn diese Gewölbe auch gleichzeitig dazu dienen sollten und könnten, die Fundamente der Umfassungsmauern und Pfeiler zu unterstützen in der Weise, dass durch die Herstellung dieser Gewölbe die Last des aufzuführenden Gebäudes über die ganze Grundfläche vertheilt würde. In diesem Falle müsste aber die Grundfläche in ihrer ganzen Ausdehnung bis zu einem gewissen Grade komprimirt, die Gewölbe müssten unterwärts fundirt und jedenfalls auch in anderer Weise konstruirt werden, in welchem Falle aber dann die Verhütung des Eindringens des Grundwassers nur als Nebenzweck zu betrachten sein würde.

Zum Dichten des Bodens gegen Eindringen von Grundwasser sind somit die umgekehrten Gewölbe in der Weise, wie sie gewöhnlich zur Ausführung vorgeschlagen werden, durchaus nicht zweckmässig und würden sie ausserdem bei ihrer Ausführung sehr bedeutende Kosten erfordern. Dagegen würde es jedenfalls weit zweckmässiger sein, vorausgesetzt, dass überall der Kostenaufwand in richtigem Verhältniss zu den erlangten Vortheilen steht, die daraus erhalten werden, wenn der Fussboden des Kellers bis in die Grundwasserfläche gesenkt werden soll, dass man den ersteren mit sehr flachen Gewölben, aber nicht umgekehrten Gewölben untermauert, welche nicht allein durch ihr eigenes Gewicht schon dem Druck des Grundwassers vollständig Widerstand leisten werden, sondern auch durch die Pressung gegen die Kämpfer ein Oeffnen der Fugen daselbst verhindern. Was die Ausführung dieser letzteren Gewölbe betrifft, so ist dieselbe durchaus nicht schwieriger als die der umgekehrten Gewölbe, im Gegentheil, sie würde noch erleichtert werden, dadurch, dass man die Unterlage aus Erde herstellt, wo dagegen bei den umgekehrten Gewölben, sollen sie sich erhalten können, ein gemauertes Fundament hergestellt werden muss.

Um das Durchdringen des aufsteigenden Grundwassers möglichst zu verhindern, trifft man auch die Anordnung, dass man den Kellergrund mit einer etwa 30 Zentimeter hohen Schicht aus fettem Thon bestehend ausfüllt und diesen gleichmässig feststampft, worüber dann eine Lage Sand ausgebreitet wird und hierüber das Steinpflaster des Kellers gelegt wird; die Fugen des Steinpflasters werden mit Portland-Zement vollständig gedichtet. Durch diese Anordnung wird zwar das Durchdringen des aufsteigenden Grundwassers, namentlich längs der Mauern nicht ganz aber doch jedenfalls sehr wesentlich gehindert, welches schon immer, namentlich bei ausgedehnteren Kellern, ein sehr wesentlicher Vortheil ist.

Der Fussboden eines Kellers wird nicht wagerecht durchgepflastert, sondern es erhält das Steinpflaster von allen Seiten nach einer Stelle hin, ein

geringes Gefälle, höchstens 2 Zentimeter auf jeden Meter und wird dann an dieser niedrigsten Stelle ein wasserdichtes Bassin von etwa 80 Zentimeter im Quadrat und etwa 1 Meter tief ausgemauert, in welchen das eindringende Wasser zusammen läuft und woraus dasselbe dann mittelst Eimern oder besonders dazu eingerichteter Pumpen ausgeschöpft werden kann.

Derartige Einrichtungen können aber nur bei solchen Kellern Anwendung finden, die ausschliesslich als Lagerkeller benutzt werden sollen; hierbei sind sie aber nicht allein sehr zweckmässig, sondern sogar notwendig, selbst wenn man auch kein Grundwasser zu befürchten hat, um beim Reinigen und Abwaschen des Kellerfussbodens mit Wasser dieses nach der bezüglichen Stelle, welche an dem niedrigsten Punkte des Fussbodens angebracht ist, hinkehren zu können. Bei denjenigen Kellern dagegen, die zum Bewohnen eingerichtet werden sollen, darf die Notwendigkeit solcher Einrichtungen gar nicht eintreten, sondern müssen diese stets eine so hohe Lage erhalten, dass von Grundwasser in keiner Weise etwas zu befürchten ist, weil sonst dadurch die Gesundheit der Bewohner solcher Keller im höchsten Grade gefährdet sein würde.

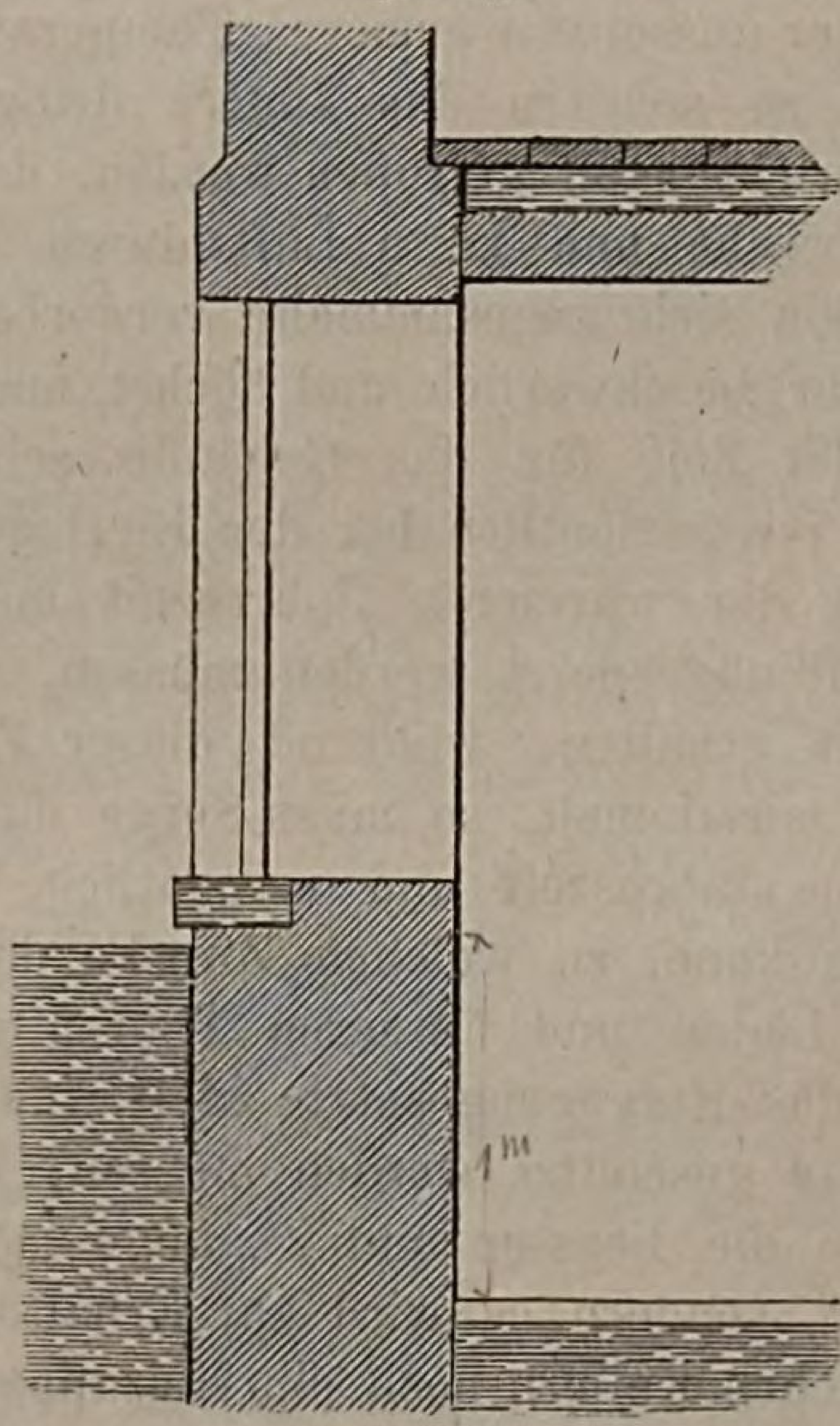
Bei einer jeden neuen Kelleranlage muss Rücksicht auf eine mögliche und zweckmässige Erhellung und Lüftung derselben genommen werden. Wenn nun auch bei manchen Kellern für die zur Zeit stattfindende Benutzung derselben es notwendig ist und verlangt wird, dass sie während der wärmeren Jahreszeit möglichst gegen die Einwirkung der äusseren wärmeren Temperatur abgeschlossen sind, damit die Wärme nicht so sehr in das Innere dringen kann, so müssen dennoch auch diejenigen Einrichtungen getroffen werden, dass man während der kälteren Jahreszeit die frische und kalte Luft durch die Kellerräume führen und dadurch die bis dahin sich angesammelte verdorbene Luft, welche für die Arbeiter nicht allein sehr beschwerlich und höchst nachtheilig werden kann, sondern auch mit der Zeit für das Gebäude selbst schädlich wird, wieder zu entfernen. Dieses ist namentlich bei den Bierlagerkellern erforderlich; denn da diese während der wärmeren Jahreszeit möglichst gegen das Eindringen der äusseren Luft abgesperrt werden müssen, um eine möglichst niedrige Temperatur darin zu erhalten, während dieser Zeit sich aber eine Menge verdorbener Luft darin ansammelt, so muss Sorge dafür getragen werden, dass während der kälteren Jahreszeit und namentlich bei Frostwetter eine starke Auslüftung stattfinden kann, zu welchem Zwecke dann die bis dahin dicht verschlossen gewesenen Läden und äusseren Thüren geöffnet werden. Bei Weinlagerkellern findet das Entgegengesetzte statt, indem diese im Winter gegen die eindringende Kälte geschützt werden müssen; um dieses dann zu erreichen, werden nicht allein die Fenster und Zugänge möglichst mit vorgehängten Strohmatten gedichtet, sondern es wird zur Erhaltung einer höheren Temperatur nicht selten in solchen Kellern noch ein Heizapparat aufgestellt. Aber auch in wärmeren Tagen wird ein helles Licht und Zugluft in solchen Kellern möglichst verhindert.

Wenn nun auch in diesen beiden erwähnten Fällen entgegengesetzte Rücksichten zu beachten sind, so ist doch nichtsdestoweniger bei jeder neuen Kelleranlage notwendig, dass man solche Einrichtungen trifft, erforderlichen Falls mit Leichtigkeit eine genügende Lüftung oder Erhellung des Kellers herstellen zu können, sei es nun, dass man die Luft- oder Lichtöffnungen gleich anfangs herstellt und dieselben dann durch einfache oder doppelte Lucken oder Fenster dicht schliesst, oder dass man an den geeigneten Stellen in den Umfangsmauern die Oeffnungen vollständig herstellt und wenn es der

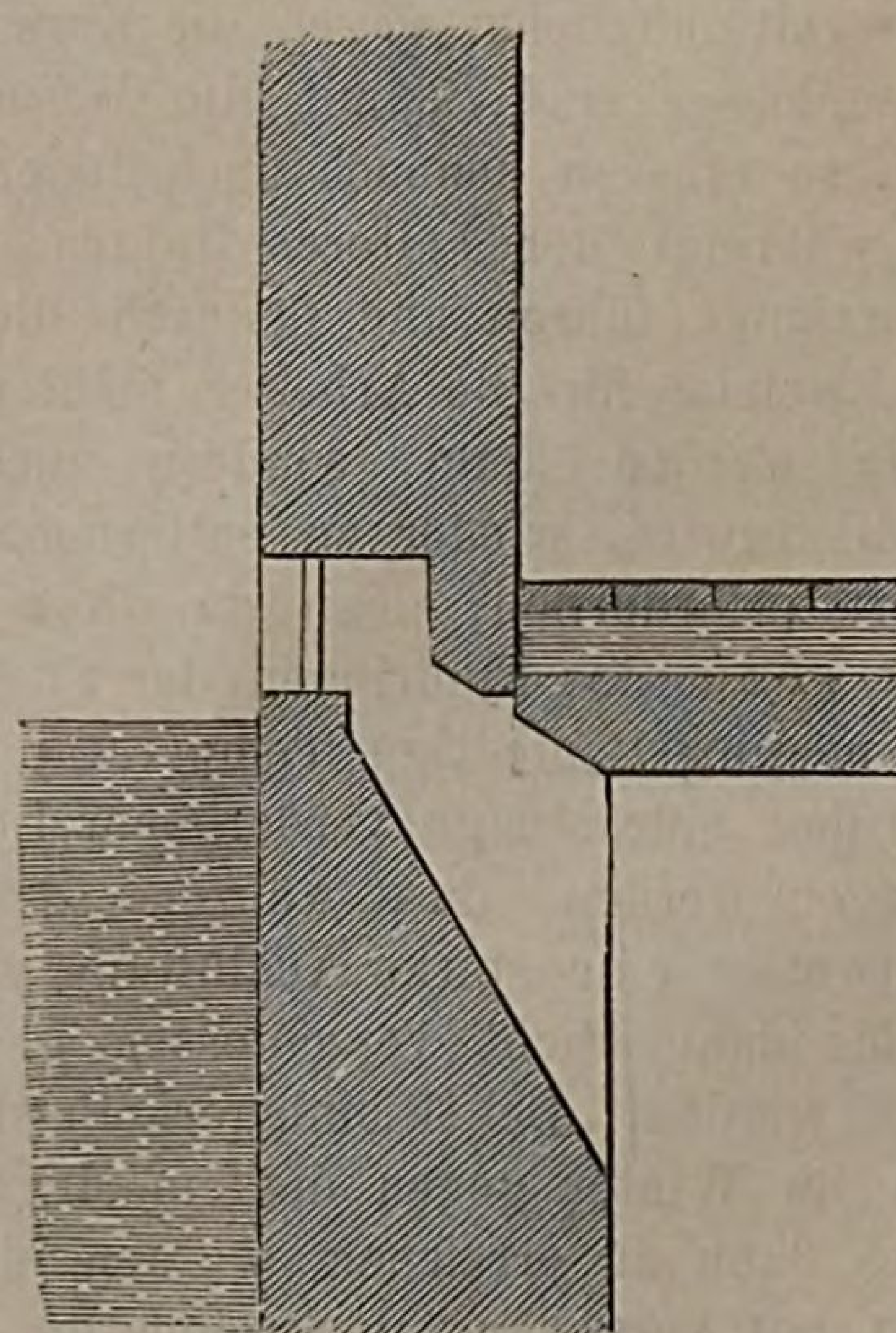
Zweck verlangt, dieselben vorläufig mit Mauerwerk wieder ausfüllt, so dass bei Erfordern dieses Füllmauerwerk nur wieder heraus zu nehmen und durch einzusetzende Fenster zu ersetzen ist. Jedenfalls ist die Anlage aber als eine mangelhafte zu bezeichnen, wenn man bei derselben nur die augenblicklich beabsichtigte Benutzung berücksichtigt und alle fernere möglicherweise eintretenden Fälle ganz ausser Acht lässt, es sei denn, dass die Anlage zu keinerlei anderem Zwecke eingerichtet und benutzt werden kann, als zu dem ursprünglich bestimmten.

Die Einrichtung und Herstellung der Kellerfenster verursacht bei neuen Anlagen unter Umständen schon manche Schwierigkeiten und sind dieselben keineswegs immer gleich vortheilhaft und zweckentsprechend auszuführen. Bei älteren Anlagen, bei welchen derartige Einrichtungen hergestellt werden sollen, treten aber diese Schwierigkeiten oft noch viel bedeutender hervor, weil ausser dem Durchbrechen der äusseren Mauer auch oft noch die Herstellung einer zugehörigen Oeffnung in der Decke des Kellers, namentlich wenn derselbe sehr tief liegt, vorgenommen werden muss. Diese Schwierigkeiten treten besonders hervor, wenn die Kellerdecke gewölbt ist; weniger dagegen, wenn die Kellerdecke aus einer Balkenlage besteht.

Figur 147.



Figur 148.



Liegt der Keller eines Gebäudes sehr hoch, so dass der Fussboden desselben nur etwa 1 Meter unter dem Niveau des äusseren Terrains in die Erde gesenkt wird, so ist die Herstellung zweckmässiger Kellerfenster keinerlei Schwierigkeit unterworfen, wie dieses aus vorstehender Figur 147 zur Genüge ersichtlich ist.

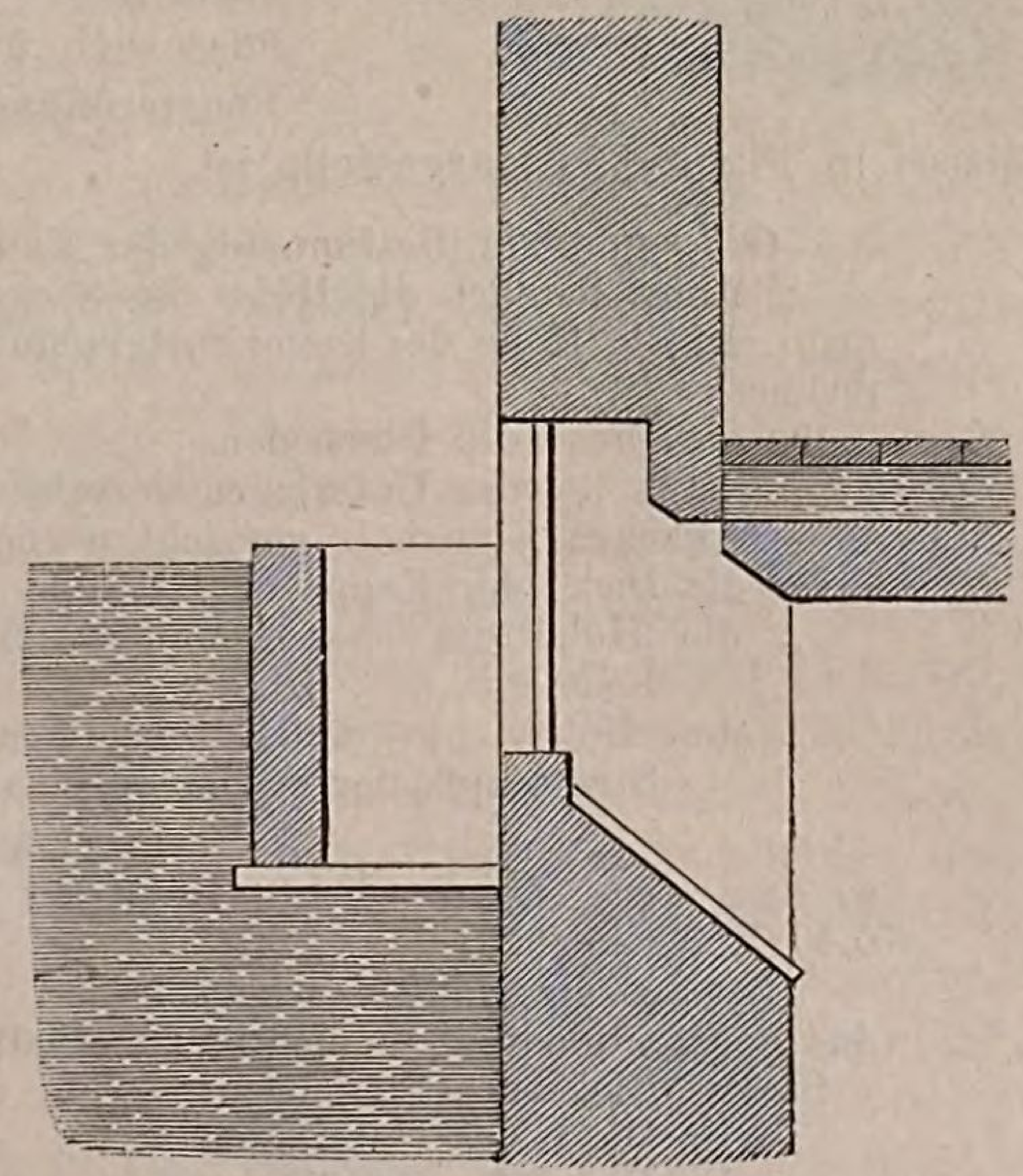
Mit erheblich grösseren Schwierigkeiten ist es dagegen verbunden, die Fensteröffnungen genügend anzulegen, wenn der Keller fast ganz unter der Erde liegt. Man ist dann nicht selten genötigt, mit der äusseren Fensteröffnung bis über den Fussboden des unteren Stockwerks zu gehen und durch

eine schräge im Innern weiter geführte Oeffnung das Licht, wenn auch nur höchst mangelhaft, in's Innere des Kellers zu führen, wie dieses aus vorstehender Figur 148 ersichtlich ist.

Eine solche Oeffnung kann aber eigentlich nur mehr zu einer etwaigen Lüftung des Kellers dienen als zur genügenden Erhellung desselben.

Wesentlich besser erreicht man eine einigermaassen mehr genügende Erhellung des Kellerraums, wenn, wie es in manchen Städten gestattet ist, ausserhalb der Umfangsmauern des aufzuführenden Gebäudes vor den anzulegenden Fenstern besondere mit Mauerwerk eingefasste Einschnitte in dem Strassengrund angebracht werden können, wie dieses in nebenstehender Figur 149 dargestellt ist.

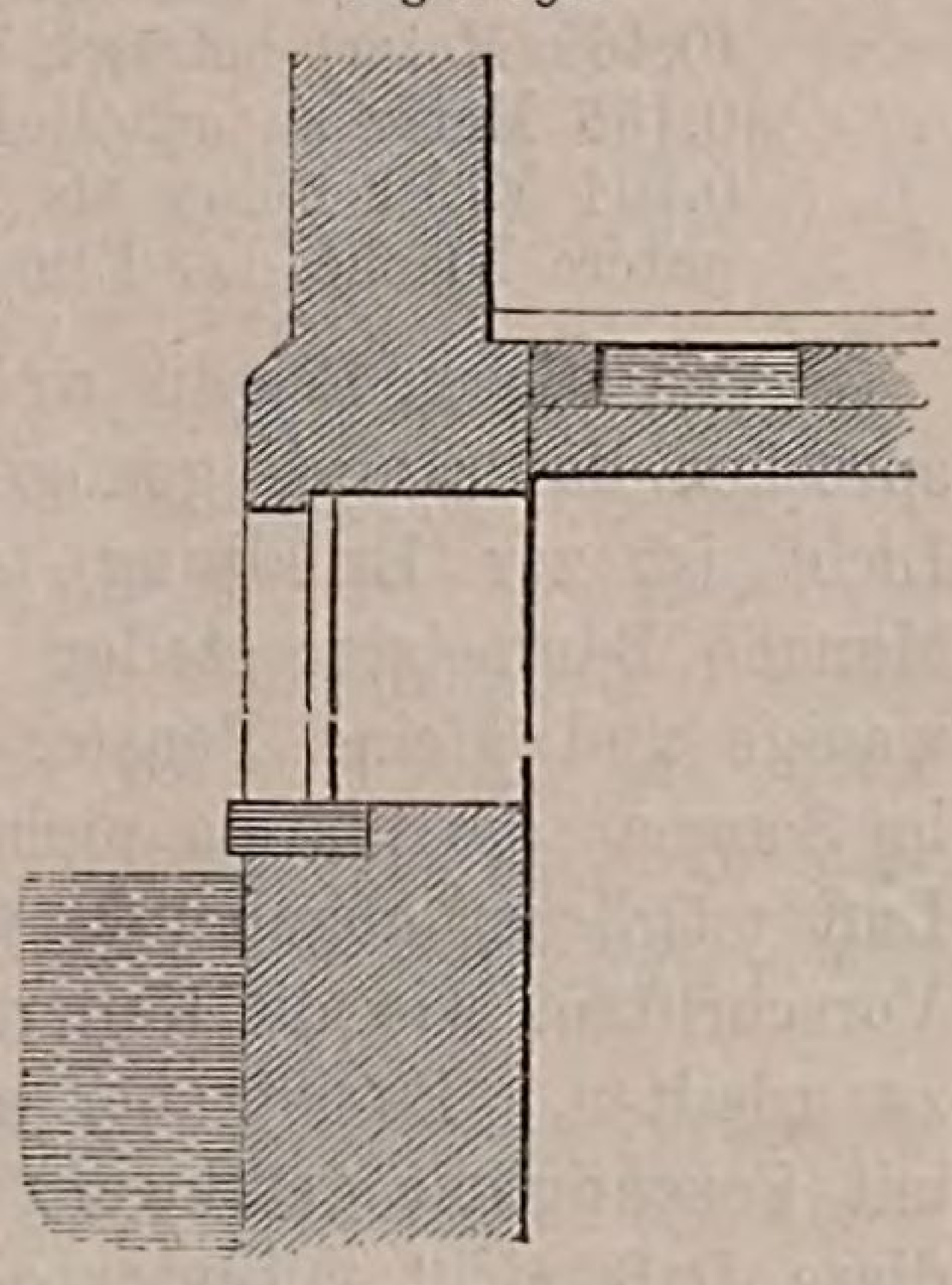
Figur 149.



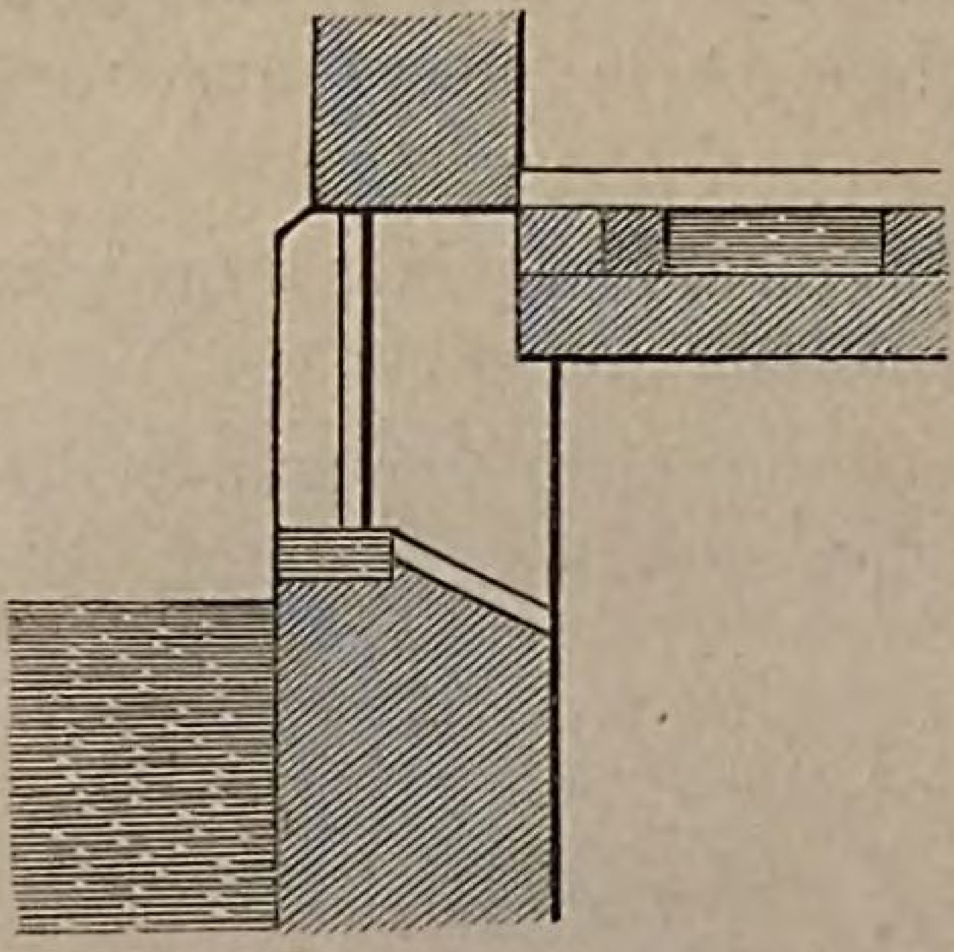
Noch zweckmässiger und leichter lassen sich in solchen Fällen, wie der vorliegende, die Kellerfenster anbringen, wenn in der Breite des aufzuführenden Gebäudes ein etwa 1 Meter breiter bis zum Niveau der Kellersohle vertiefter offener Kanal hergestellt werden kann, wie dieses weiter oben schon angedeutet ist. In solchem Falle kann man alsdann auch die Fensteröffnungen nach unten hin ohne irgend welchen Nachtheil wesentlich vergrössern. Allein diese Freiheiten sind in seltneren Fällen gestattet, und ist man dann genötigt, nur solche Oeffnungen, wie auch oben schon erwähnt, herzustellen, welche mehr zur Lüftung des Kellers als zur genügenden Erhellung desselben dienen.

Was die Höhe der Kellerfenster über der Erde betrifft, wenn man nicht, wie in den oben angegebenen Fällen an die tiefe Lage des Kellers gebunden ist, so ist diese mehr oder weniger abhängig von der Höhe der Decke des Kellers und des darüber zu legenden Fussbodens des unteren Stockwerks, wovon in den gewöhnlichen Fällen auch die Höhe des äusseren Sockels des Gebäudes abhängig ist. Wenn nun die Kellerdecke hoch genug über der Erde liegt, so dass auch der Sockel äusserlich eine gehörige Höhe erhalten kann, so lässt man den Sturz der Kellerfenster meistens noch einige Zentimeter bis unterhalb der Kellerdecke als Maueranschlag herabreichen, wie dieses in nebenstehender Figur 150 dargestellt ist.

Figur 150.



Figur 151.



Findet dieses aber nicht statt und erhält der Sockel nur eine geringe Höhe, so würden, wenn man hier in gleicher Weise, wie bei der vorher angeführten Figur 150 dargestellt, verfahren wollte, die Fenster nur sehr niedrig werden und unter Umständen sogar kaum Raum zur Anlage von Fenstern übrig bleiben. In solchen Fällen weicht man aber von dem angegebenen Verfahren ganz und gar ab und sucht durch das Höherlegen des Fenstersturzes äusserlich über das Niveau der Kellerdecke die Fensteröffnung zu vergrössern, ähnlich, wie dieses in Figur 151 dargestellt ist.

Gilly gibt zur Bestimmung der Kellerfenster folgende Regeln:

Beträgt nämlich die Höhe des Sockels 3 Fuss (94 Zentimenter), so soll man, um die Höhe des Kellerfensters im Lichten zu erhalten, folgendermaassen rechnen:

für die Dicke des Fussbodens	$1^{1}/_{2}$	Zoll	oder	0,039	Meter
„ „ „ der Unterlagen desselben, welche schwachen Kreuzholz gemacht werden . . .	5	„	„	0,130	„
für die Dicke der Kappe im Gewölbe	5	„	„	0,130	„
„ die Höhe des oberen Maueranschlags des Fensters	3	„	„	0,078	„
„ die Höhe, um welche das Fenster vom Strassenpflaster erhöht sein soll . . .	6	„	„	0,156	„
in Summa 1 Fuss	$8^{1}/_{2}$	Zoll	oder	0,533	Meter

so dass also für die lichte Höhe der Fensteröffnung 1 Fuss $3^{1}/_{2}$ Zoll oder 0,40 Meter bleiben.

Beträgt die Höhe des Sockels nur 2 Fuss (63 Zentimeter), so soll, um das Fenster nicht allzu niedrig zu erhalten, gerechnet werden:

für die Dicke des Fussbodens	$1^{1}/_{2}$	Zoll	oder	0,039	Meter
„ die Dicke der Unterlagen	$4^{1}/_{2}$	„	„	0,117	„
„ die Dicke der Gewölbekappe	5	„	„	0,130	„
„ den Maueranschlag des Fensters	$1^{1}/_{2}$	„	„	0,039	„
„ die Erhöhung des Fensters vom Strassenpflaster	$3^{1}/_{2}$	„	„	0,091	„
in Summa 1 Fuss	4	Zoll	oder	0,416	Meter

so dass für die lichte Höhe des Fensters noch 8 Zoll oder 0,209 Meter übrig bleiben.

Bei noch geringerer Höhe des Sockels, wenn derselbe 1 Fuss 6 Zoll (0,469 Meter) beträgt, soll, um eine Fensterhöhe von wenigstens 6 Zoll oder 0,156 Meter zu erhalten, die äussere Kante des Fenstersturzes um 4 Zoll oder 0,104 Meter höher als die innere Kante desselben gelegt werden, so dass die untere Fläche des Fenstersturzes eine geneigte Fläche bildet.

Von diesen Regeln weicht man aber im Allgemeinen sehr häufig ab, und sprechen dafür auch genügende Gründe der Zweckmässigkeit, denn Luft und Licht ist zur Erhaltung trockner Räume und Mauern durchaus notwendig. Manche Baumeister stellen zwar die Behauptung auf, dass gute Keller nur wenige und kleine Fenster haben müssen, damit im Winter die Kälte und im Sommer die Wärme nicht stark eindringen könne und überhaupt die äussere Luft möglichst abgehalten werde. An anderen Stellen geben sie dann wieder Vorschriften, wie die Kellermauern hergestellt werden müssen, um sie trocken zu erhalten. Es ist aber ausgemacht, dass in Kellern die Luft stets mehr mit Feuchtigkeit geschwängert ist, als in den oberen Räumen, und dass, wenn diese Luft nicht mitunter abgeführt werden kann, dieselbe dumpfig und ver-

dorben wird und Veranlassung zur Bildung von Pilzen gibt, und namentlich ist dieses der Fall, wenn in den Kellern Flüssigkeiten in Gebinden gelagert werden. Wenn nun die vorgeschriebenen Anordnungen zur Trockenerhaltung der Mauern nicht blos als solche angenommen werden sollen, die nur eine Menge Geld kosten und dennoch nicht helfen, so ist durchaus eine zeitweilige Lüftung der Keller erforderlich. Es ist überhaupt kein triftiger Grund vorhanden, bei Kellern, welche tiefer in die Erde gelegt werden oder überall bei Kellern, nur wenige und kleine Fenster anzubringen; im Gegentheil ist es zweckmässig und notwendig, möglichst viele und grosse Oeffnungen herzustellen, um, wenn es zulässig ist, Gelegenheit zu haben, eine starke Auslüftung des Kellers vornehmen zu können, welches für eine Trockenerhaltung der Kellermauern und der Decke des Kellers, diese mag nun gewölbt sein oder aus einer Balkendecke bestehen, jedenfalls sehr vortheilhaft ist. Sind die Lichtöffnungen im Sommer oder im Winter für die im Keller lagernden Waaren nachtheilig, so kann man durch Vorhänge oder durch vorgesetzte Lucken oder sonstige Vorrichtungen diesen Nachtheilen genugsam vorbeugen.

Die obigen Regeln von *Gilly* in Betreff Bestimmung der Höhe der Kellerfenster würden aber ferner auch nicht in allen Fällen anwendbar sein, sondern in manchen Fällen schon wesentliche Veränderungen erleiden, als namentlich dann, wenn die Kellerdecke aus einem Kreuzkappengewölbe bestehen soll, wo die Gradbogen im Scheitel eine Höhe von mindestens 26 Zentimeter erhalten, über welche die Fussbodenlager gelegt werden müssen; in diesem Falle würde die Lichthöhe der Fenster schon um 13 Zentimeter kleiner werden müssen, als die obige Regel angibt. Dasselbe würde auch stattfinden, wenn das Gewölbe im Scheitel durchgehends eine Stärke von 26 Zentimeter erhalten soll, wie dieses namentlich bei Kellergewölben in Speichergebäuden, die schwer belastet werden, notwendig wird. Anwendbar in Hinsicht der Bestimmung der Höhe der Fenstersturze kann daher obige Regel höchstens in dem Falle sein, wenn das Kellergeschoss in der Architektur der äusseren Façade als selbstständiger Unterbau oder doch sehr hoher Sockel und nicht als gewöhnlicher Sockel behandelt wird, und wo demnach das Kellergeschoss nicht eigentlich mehr Keller, sondern ein höheres Souterrain bildet.

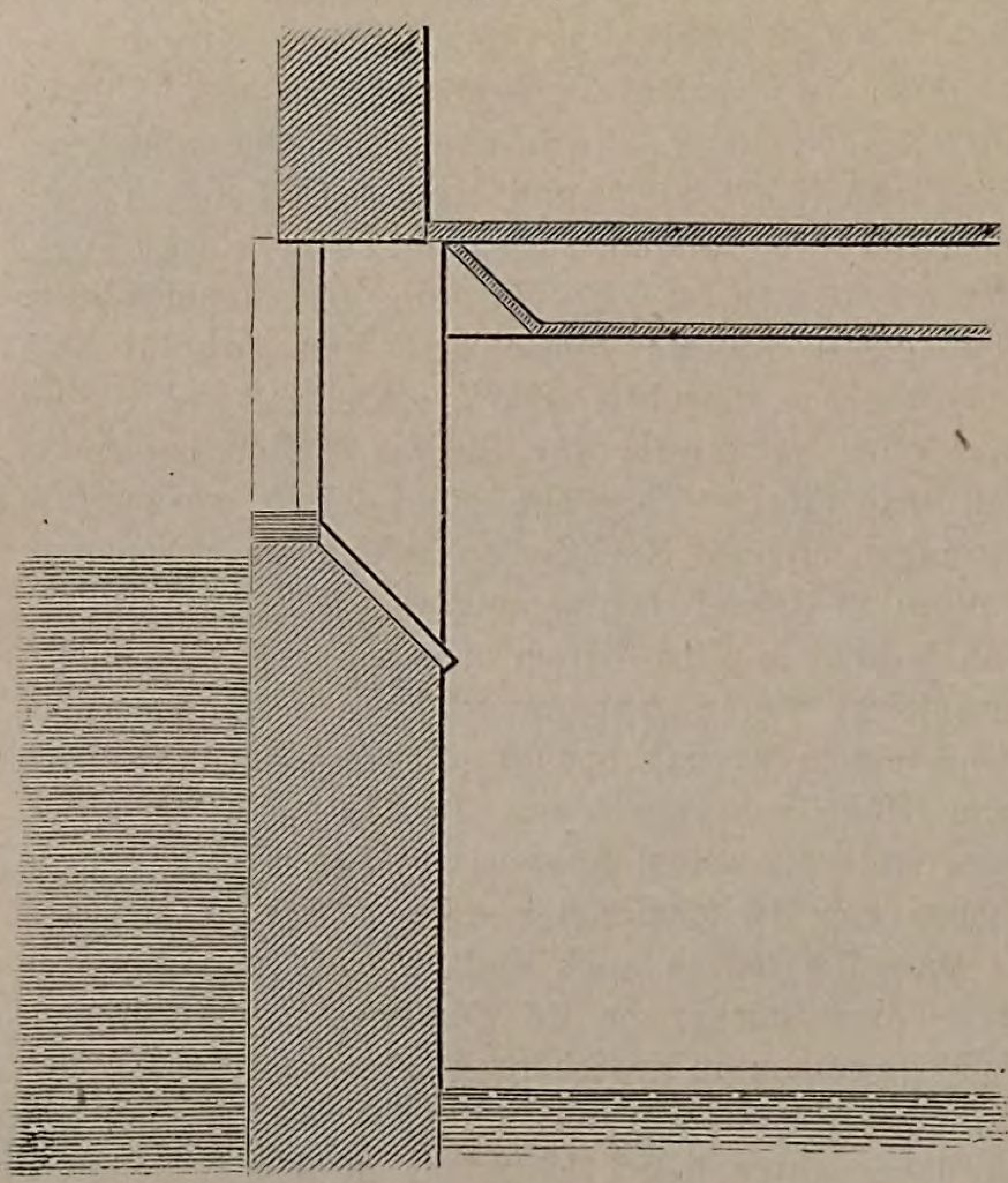
Aus dem Bisherigen ist ersichtlich, dass es bei Anlage von Kellern durchaus verwerflich ist, die Fensterhöhe bei den Fenstern derselben nach bestimmten Regeln festzustellen, da diese doch nur in den wenigsten Fällen eine richtige Anwendung finden können. Es muss diese Bestimmung in jedem einzelnen Falle dem zweckmässigen Ermessen des Architekten überlassen bleiben, zumal derselbe bei Ausarbeitung seines Projekts auch notwendig Rücksicht auf spätere Benutzung des aufzuführenden Gebäudes zu nehmen hat und ihm daher das Festhalten an solchen bestimmten Regeln nur Schwierigkeiten bereiten würde, ohne irgend welchen Vortheil dadurch zu erreichen.

Mit geringeren Schwierigkeiten lassen sich die Fensteröffnungen bei Kelleranlagen der Höhe nach vergrössern, wenn die Kellerdecke aus einer Balkenlage besteht, weil dann möglicherweise, wenn es notwendig ist, noch die Höhe des Zwischenraums zwischen der Kellerdecke und dem darüber liegenden Fussboden zur Mehrhöhe des Fensters benutzt werden kann, wie dieses aus nachstehender Figur 152 leicht ersichtlich wird.

Unter den äusseren Kellerfenstern wird stets eine Sohlbank von Sandstein oder Granit eingelegt und vermauert, weil, wenn diese aus Ziegelmauerwerk hergestellt und selbst auch mit Zementputz überzogen würde, durch das An-

spritzen des Regenwassers und durch die aufziehende Erdfeuchtigkeit immerwährend im feuchten Zustande erhalten und bei Frostwetter sehr bald zerfrieren würde und man somit vielfache Reparaturen hätte.

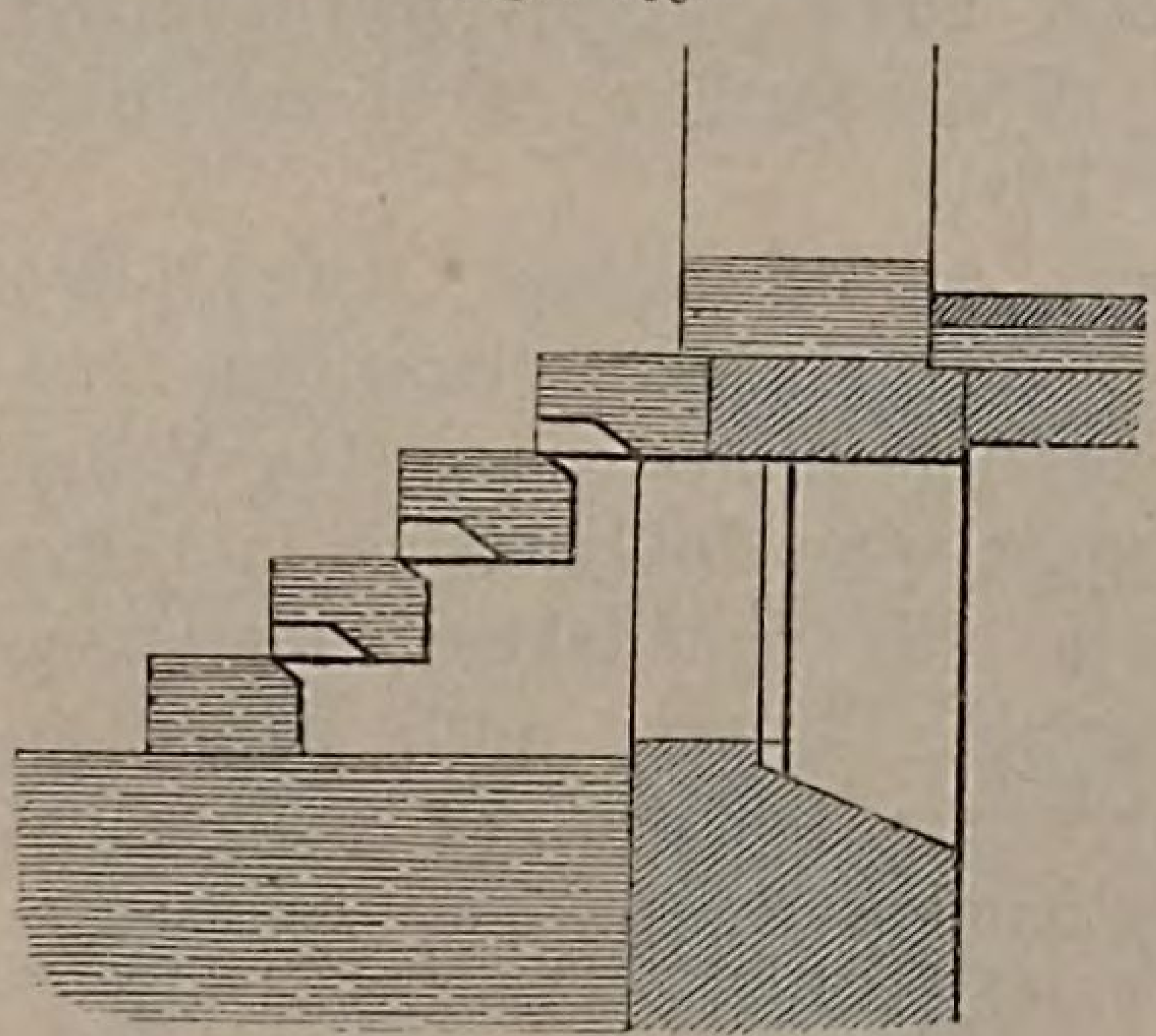
Figur 152.



Sehr häufig ist es vortheilhaft und sogar notwendig, auch an denjenigen Stellen, wo äusserlich Freitreppen angelegt sind, noch Oeffnungen zur Einführung von Luft und Licht in das Souterrain in der äusseren Mauer herzustellen, in welchem Falle aber dann in den einzelnen Stufen der Freitreppe ebenfalls Oeffnungen angebracht werden müssen.

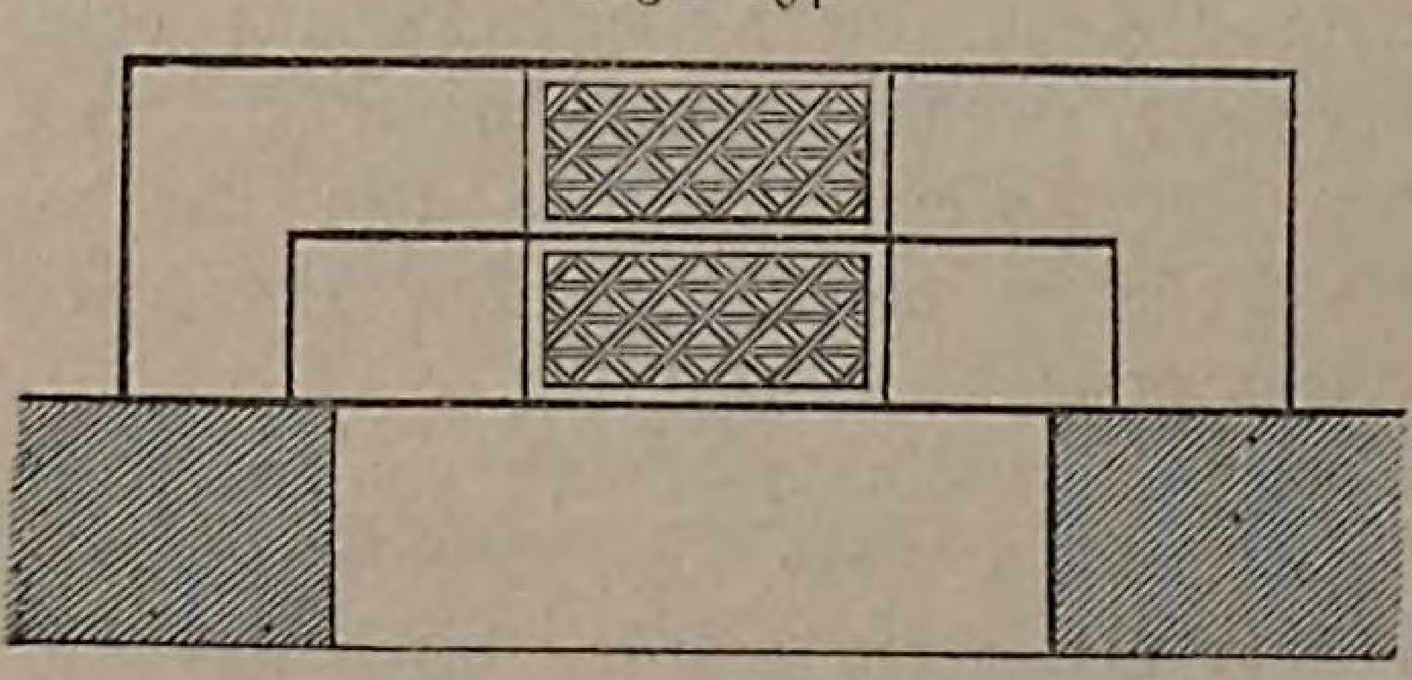
Die in den Trittstufen herzustellenden Oeffnungen werden an der unteren Seite derselben eingehauen und erhalten dieselben eine Höhe von etwa 8 bis 10 Zentimeter und eine Breite von etwa 30 Zentimeter; nach Innen wird die obere Kante in schräger Richtung hergestellt, weil sonst der Stein zu sehr geschwächt werden würde. In nebenstehender Figur 153 ist dieses näher dargestellt.

Figur 153.



Man hat auch die Trittstufen aus zwei Theilen bestehen lassen und die in der Mitte gelassene Oeffnung in jeder einzelnen Trittstufe dann mit durchbrochenen gusseisernen 16 bis 19 Millimeter starken Platten überdeckt und diese letzteren wieder durch gusseiserne ebenfalls durchbrochene Setzstufen unterstützt, wie dieses in nebenstehender Figur 154 im Grundriss näher dargestellt ist.

Figur 154.



Die gusseisernen Platten werden auf der Trittfläche gerippt, um bei Schnee und feuchten Wetter die Glätte, welche eine schlichte ebene Platte haben würde, aufzuheben oder doch zu vermindern. Aber dennoch ist diese Anordnung

stets sehr gefährlich und verursacht namentlich bei Schnee sehr leicht ein Ausgleiten, wesshalb die in voriger Figur dargestellte Anordnung, wenn auch dadurch weniger Licht erhalten wird, immer vorzuziehen ist.

Bei beiden Anlagen ist es aber notwendig, dass die unter der Treppe in der Hausmauer befindliche Oeffnung durch ein Fenster geschlossen werden könne, um das Eindringen von Staub und Schmutz in die Kellerräume zu verhindern und ferner auch, um bei kälterer Jahreszeit die äussere Kälte mehr oder weniger abzuhalten.

Die vor den Kellerfenstern herzustellenden Einschnitte in dem äusseren Grund, von welchen oben mehrfach die Rede gewesen, werden gewöhnlich mit Ziegelmauerwerk eingefasst und zwar je nach der Grösse und Tiefe derselben entweder mit einer 1 Stein starken, oder mit einer $^1/_2$ Stein starken Mauer. In beiden Fällen gibt man der vorderen Mauer in ihrer Mitte etwas Busung nach Aussen hin, etwa 5 bis 7 Zentimeter, damit sie dem gegen sie wirkenden Erddruck einen grösseren Widerstand leisten kann. Das Umfangsmauerwerk dieser Einschnitte wird entweder mit einer Rollschicht aus Ziegelsteinen bestehend, abgedeckt oder besser und haltbarer mit einer Einfassung aus Sandstein oder Granit bestehend, belegt. Hierbei wird keine Busung an der inneren Seite angeordnet, sondern in beiden Fällen wird die innere Kante geradlinig. Diese obere Deckschicht oder Einfassung wird 2 höchstens 3 Zentimeter höher gelegt als die Oberfläche des anliegenden äusseren Terrains, um bei Regenwetter das Eindringen des Wassers zu verhüten.

Die hierdurch entstehenden Oeffnungen müssen zur Sicherheit des Publikums oder der Vorübergehenden mit horizontal liegenden starken eisernen Rosten belegt werden, bei welchen die einzelnen Roststäbe rechtwinkelig auf die Gebäudemauer gerichtet sind. Nicht so vortheilhaft ist es, die Roststäbe parallel mit der Hausmauer zu legen, denn einmal hindern sie das bessere Einfallen des Lichtes und ferner gewähren sie auch nicht die gehörige Sicherheit für das Publikum.

Der Boden dieser Einschnitte wird entweder mit Mauersteinen oder besser noch mit Schiefersteinen ausgelegt und die Fugen zwischen den Steinen vollständig mit Zement gedichtet, damit kein Wasser in den Grund eindringen und ferner auch der sich darin ansammelnde Schmutz besser daraus wieder beseitigt werden kann.

Was schliesslich die Decke eines Kellers betrifft, so kann diese entweder aus einer Balkenlage oder aus Gewölben hergestellt werden. Beide Arten von Decken haben ihre Vortheile und ihre Nachtheile.

Eine ausgedehntere Anwendung finden die gewölbten Decken bei Lagerkellern, wenn unmittelbar darüber Wohnungen eingerichtet werden sollen. In diesem Falle sind die gewölbten Decken auch jedenfalls den Balkendecken vorzuziehen, weil erstere weit vollständiger abschliessen gegen aufsteigende Ausdünstungen und ferner auch das Durchdringen von Nässe von oben her wieder verhindern.

Sollen dagegen die Gebäude, in welchen Keller hergestellt werden, nur ausschliesslich als Lagerhäuser dienen, so ist zunächst zu berücksichtigen, ob die Keller bei Anschwellung von Flüssen zeitweilig auch Ueberschwemmungen ausgesetzt sind, und ferner, in welcher Art die Keller hauptsächlich benutzt werden sollen.

Findet das erstere statt, dass die Keller zeitweilig Ueberschwemmungen ausgesetzt sind, so ist ohne weitere Frage die Herstellung gewölbter Decken

notwendig, weil sonst eine Balkendecke zu bald durch die zurückbleibende Feuchtigkeit leiden würde. Ist dieses aber nicht der Fall und bleibt der Keller unter allen Umständen trocken, so ist nur wesentlich dann die Herstellung gewölbter Kellerdecken vorzuziehen, wenn die Keller ausschliesslich zum Lagern von Flüssigkeiten aller Art oder von Fettwaaren benutzt werden sollen, weil einmal wegen der gleichmässigeren Temperatur unter einer gewölbten Decke ein Eintrocknen der Gebinde und Tonnen an ihrer Oberfläche weniger stattfinden kann und ferner auch die fortwährend stattfindende feuchte Ausdünstung das Balken- und Fussbodenholz zerstörend angreifen würde. Sollen dagegen die Keller nur zum Lagern trockner Waaren in Packen, Kisten, Ballen oder Fässern benutzt werden, so ist, da es hierbei einerlei ist, woraus die Kellerdecke hergestellt wird, ob gewölbt oder aus einer Balkenlage, schon wegen der sehr erheblichen Gewinnung an Raum die Herstellung einer Balkendecke vorzuziehen, weil dann die Waaren bis dicht unter und sogar noch zwischen die Balken hingelegt werden können.

Diejenigen Keller, welche als Vorratskeller und namentlich zur Aufbewahrung von Wintervorräten benutzt werden sollen, sind vortheilhafter mit gewölbten Decken herzustellen, weil dann im Winter in denselben eine gleichmässigere Temperatur der Kellerluft erhalten wird und die aufgespeicherten Vorräte besser gegen die Kälte geschützt werden können.

Siebentes Kapitel.

Die Gewölbe.

§ 49. Allgemeines.

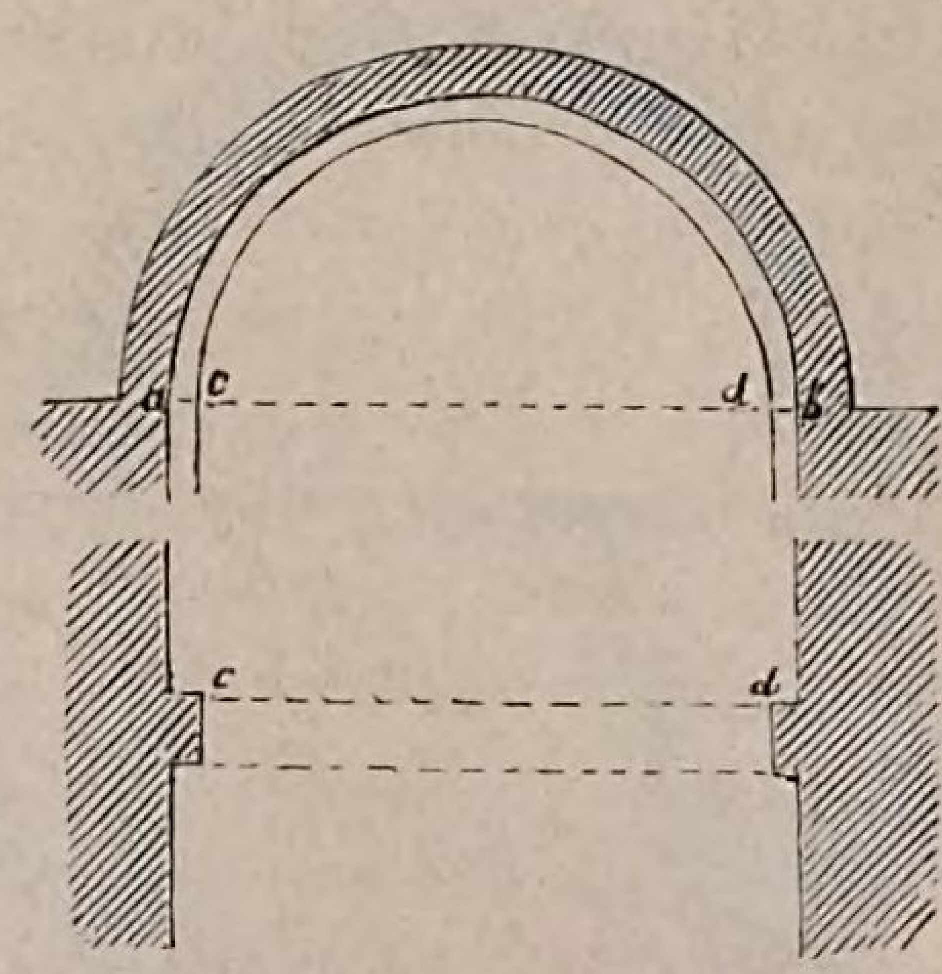
In § 24 ist bereits im Allgemeinen der Begriff eines Gewölbes bei Gelegenheit der Erklärung der Bogenmauerungen angedeutet und sind die am häufigsten vorkommenden Bogenkonstruktionen daselbst ebenfalls näher beschrieben. Die daselbst gegebenen Erklärungen bezogen sich aber stets nur auf gewisse Mauerstärken und insbesondere auf solche Bogenmauerungen, die nur an zwei Seiten durch ihre Widerlager begrenzt sind, wo dagegen die Gewölbe, von denen jetzt die Rede sein soll, als Decken für an allen Seiten begrenzte Räume von grösserer oder kleinerer Ausdehnung dienen sollen und entweder aus einfachen gekrümmten Flächen bestehen oder aus mehreren gekrümmten Flächen zusammengesetzt sind, die aber stets wieder von der Beschaffenheit sein müssen, dass die Gewölbe praktisch wirklich ausführbar sind.

Es lassen sich nun zwar eine grosse Menge von Gewölbeformen bilden, die, wenn sie auch ausführbar sein mögen, doch nicht immer praktisch anwendbar sind, indem, wenn sie ausgeführt, wieder andere komplizirte Konstruktionen zu ihrer Erhaltung nötig werden. Allein es ist keineswegs die Absicht, hier alle denkbaren Formen von Gewölben, wenn auch nur in ihren Hauptumrissen, näher zu beschreiben, sondern es sollen hier nur die hauptsächlichsten und am häufigsten in der Ausführung vorkommenden Gewölbeformen angeführt, und in den folgenden Paragraphen ihre Ausführung selbst näher beschrieben werden.

Die verschiedenen hauptsächlichsten Gewölbeformen, welche in allgemeinen Umrissen hier zunächst angeführt werden sollen, sind:

1) Das Tonnen- oder Kufengewölbe.

Figur 155.



Das Tonnen- oder Kufengewölbe hat die Gestalt eines nach der Länge in seiner Mitte oder Achse durchschnittenen Zylinders, dessen Stirnebene entweder eine Kreisfläche oder eine elliptische Ebene bildet.

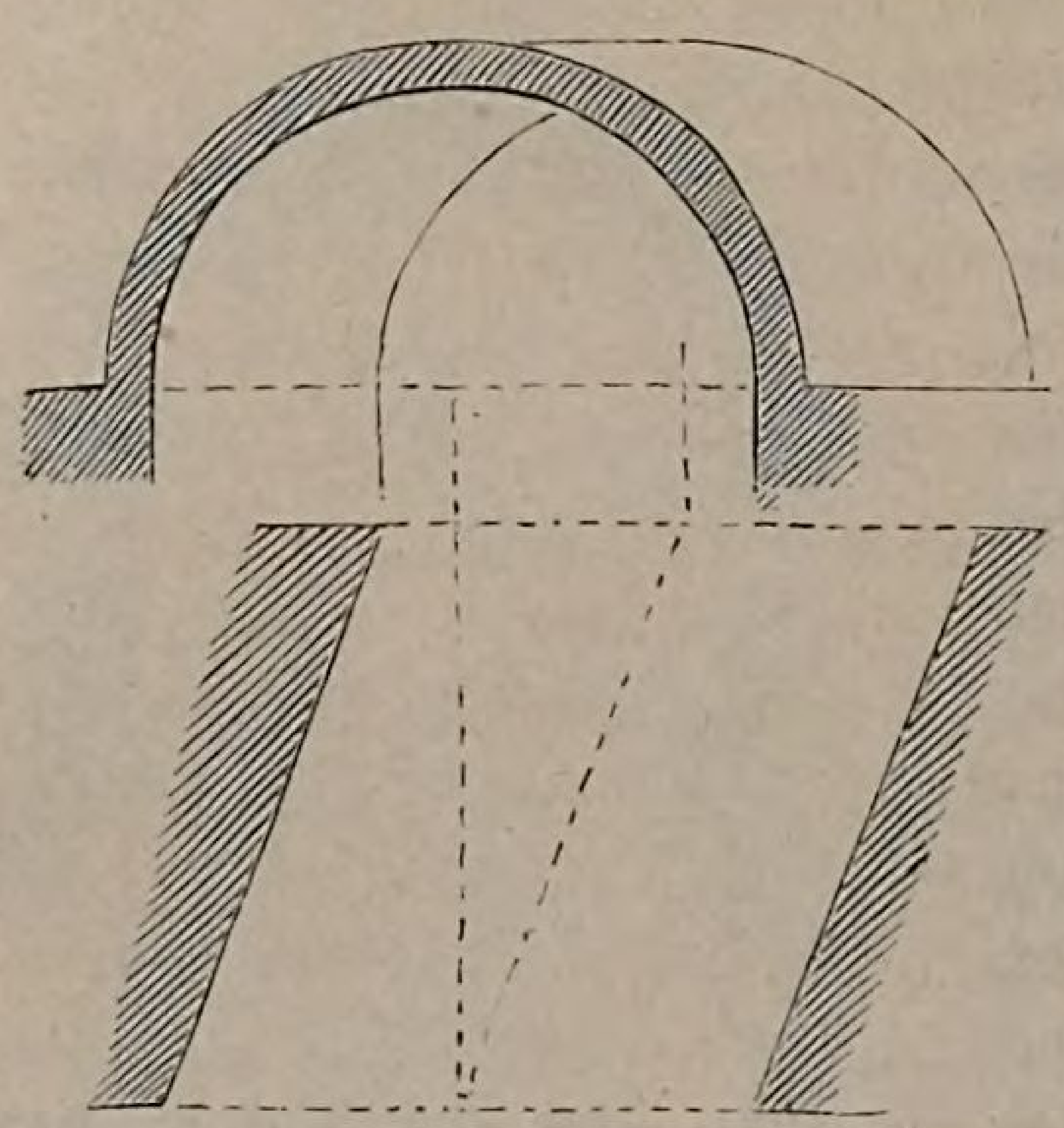
Ist die Stirnebene des vollen Zylinders eine Kreisfläche, so nennt man das Tonnengewölbe ein halbkreisförmiges Tonnengewölbe; ist dagegen die Stirnfläche des vollen Zylinders eine elliptische Ebene, so wird das Gewölbe ein elliptisches Tonnengewölbe genannt. In diesem letzteren Falle kann das Gewölbe entweder ein flaches oder ein überhöhtes elliptisches Gewölbe sein, je nachdem der Zylinder nach der Richtung der grossen oder der kleinen Axe der Ellipse durchschnitten gedacht wird.

Statt der Ellipse wählt man aber in den meisten Fällen die Korbbogen als Wölbungslinien für Tonnengewölbe, welche Bogen dann aus drei oder fünf Mittelpunkten beschrieben werden können, wie in § 24 näher angegeben ist. Der Grund hiervon ist erstens, dass die Korbbogen leichter zu verzeichnen sind und ferner ist auch die Verzeichnung der Fugenrichtungen der Gewölbeschichten bei diesen bedeutend einfacher und leichter auszuführen als bei der Ellipse. Bei den Korbbogen findet man die Richtung der Fugen, wenn man auf der Peripherie derselben die Steinschichten eingetheilt hat, indem man von diesen Theilungspunkten nach den bezüglichen Mittelpunkten der einzelnen Kreisbogen, woraus der Korbbogen zusammengesetzt ist, die Radien zieht. Ist die Wölbungslinie eine Ellipse, so erhält man die Fugenrichtungen durch die Halbirungslinie des jedesmaligen Peripheriewinkels, welcher dadurch erhalten wird, dass man von dem bezüglichen Theilungspunkte in der Peripherie nach den beiden Brennpunkten der Ellipse gerade Linien zieht. Dass aber diese Arbeit bedeutend schwieriger ist als bei Anwendung der Korbbogen, liegt auf der Hand, denn bei der Ellipse muss für jede einzelne Fuge der zugehörige Peripheriewinkel verzeichnet und halbirt werden.

In Bezug auf vorstehende Figur heissen die beiden Anfangspunkte a und b des Gewölbebogens in irgend einem Vertikaldurchschnitt des Gewölbes, die Kämpferpunkte; die Entfernung dieser Punkte von einander oder a b heisst die Spannweite des Gewölbes. Die innere konkave Fläche des Gewölbes heisst die Laibung, während die äussere konvexe Fläche derselben der Rücken des Gewölbes heisst. Wird ein Gewölbe noch durch einzelne Bogen c d in der Laibung oder am Rücken des Gewölbes vorspringend, oder in beiden Theilen zugleich verstärkt, so heissen diese Bogen Gurtbogen. Fehlen bei einem Gewölbe diejenigen Begrenzungsmauern, welche dem Gewölbe keine Widerlager sind, sondern gegen welche dasselbe, sobald es ringsum von Mauern eingeschlossen ist, nur gegengestossen wird, so heisst das Gewölbe ein offenes Gewölbe, wie z. B. alle Brückengewölbe, und die äusseren sichtbaren Theile des Gewölbes heissen dann die Gewölbestirn oder das Haupt des Gewölbes.

Ist aber das Gewölbe ringsum von Mauern eingeschlossen, so heisst das Gewölbe ein geschlossenes, und die die Gewölbestirnen begrenzenden Mauern heissen Stirn- oder Schildmauern und der Bogen, womit sich das Gewölbe an die Stirnmauer anschliesst, wird der Wandbogen genannt.

Figur 156.

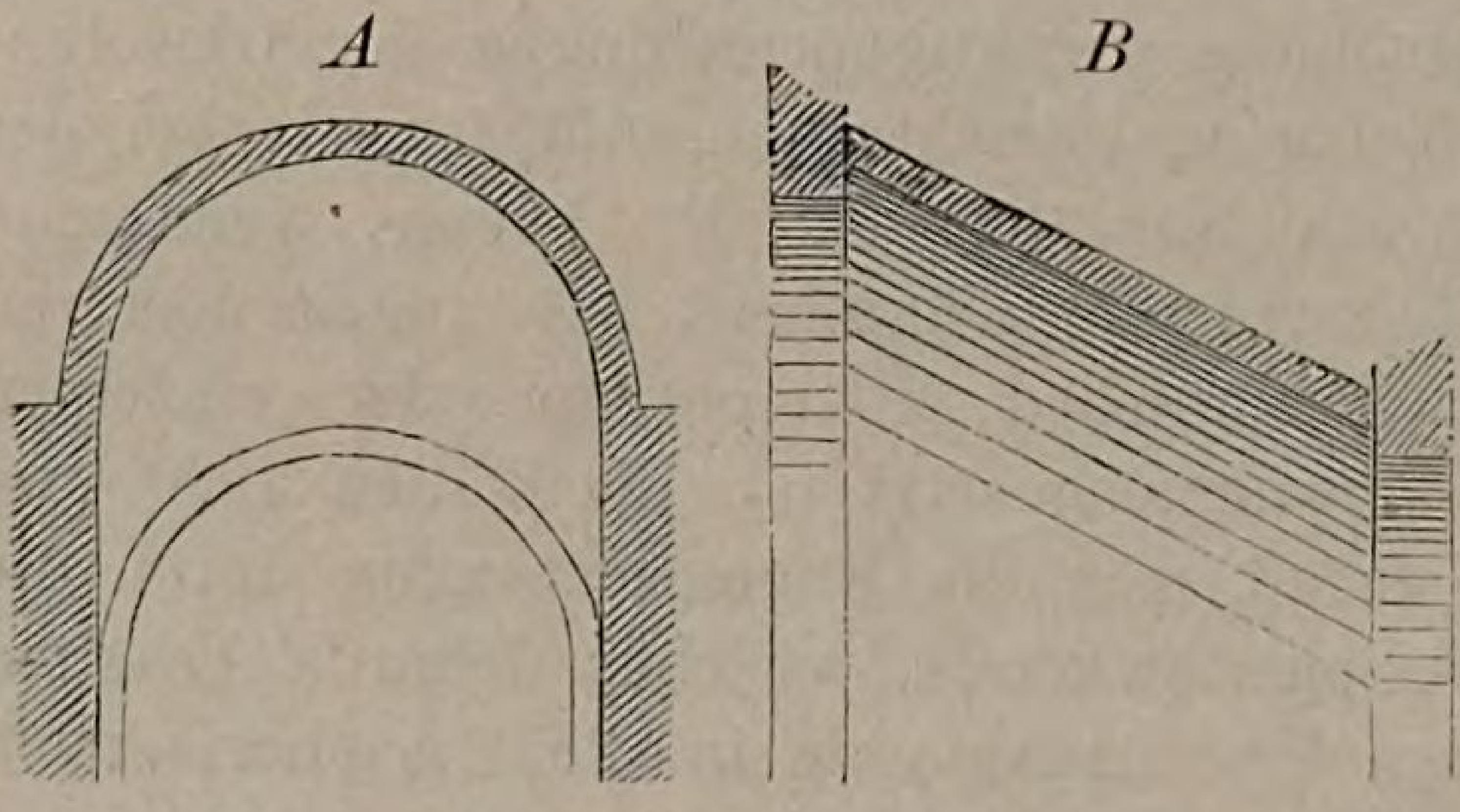


Ist die Gewölbeaxe oder die Mittellinie des Gewölbes nicht rechtwinkelig auf die Stirnmauer oder Stirnebene des Gewölbes gerichtet, sondern trifft sie auf dieselbe unter irgend einem Winkel der grösser oder kleiner als 90 Grad ist, so entsteht das schiefe Tonnengewölbe, wie in nebenstehender Figur 156 dargestellt ist.

In der Landbaukunst findet dasselbe im Allgemeinen wenig oder keine Anwendung; dagegen ist es bei Aufführung von schiefen Brücken in neuerer Zeit zwar mehrfach angewendet, jedoch wegen der Schwierigkeit der Ausführung sucht man, wo es irgend thunlich ist, sich auf andere Weise zu helfen.

Ist die Gewölbeaxe des Tonnengewölbes nicht horizontal, sondern unter irgend einem Winkel gegen den Horizont geneigt, so entsteht das steigende Tonnengewölbe mit steigender Gewölbeaxe, wie in Figuren 157 A B dargestellt ist.

Figur 157.



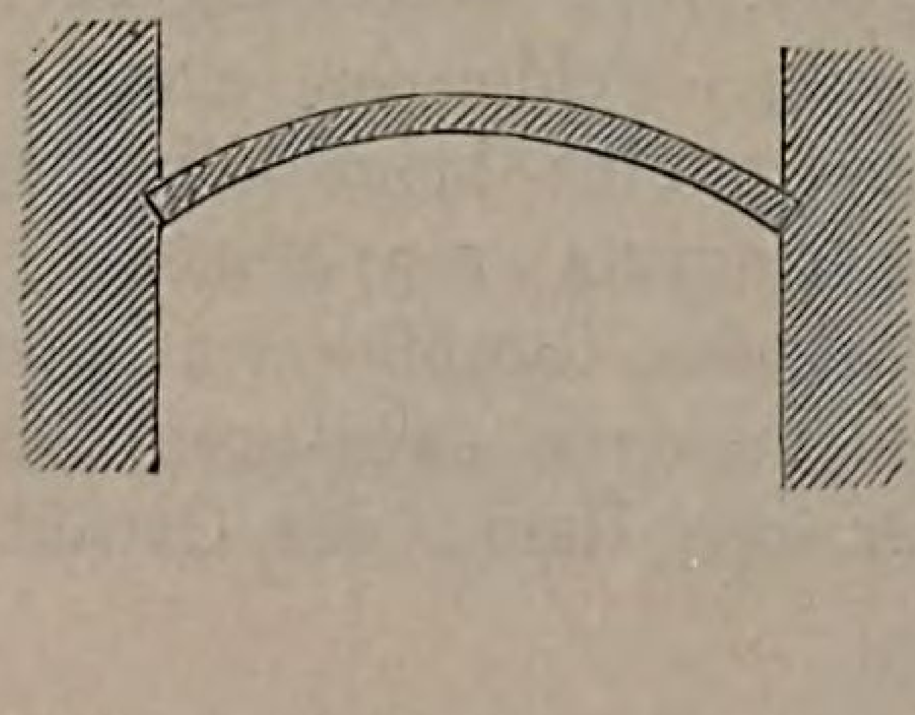
Bei dem steigenden Tonnengewölbe mit horizontalen Axen, dessen Wölbungslinie ein steigender Bogen ist (§ 24) und welches auch einhöftiges Gewölbe genannt wird, sind die Kämpferlinien des Gewölbes horizontal, sie liegen aber nicht in gleicher Höhe. Bei diesen einhöftigen Gewölben ist nicht die gegen den Horizont geneigte gerade Verbindungslinie der beiden Kämpferpunkte die Spannweite, sondern die Spannweite des Gewölbes ist die horizontale Projektion dieser Verbindungslinie oder die horizontale Entfernung der Widerlagsmauern von einander.

Dem Tonnengewölbe schliesst sich unmittelbar an:

2) Das Kappen- oder Stichbogengewölbe.

Bei diesem Gewölbe ist die Wölbungslinie immer nur ein Kreissegment.

Figur 158.



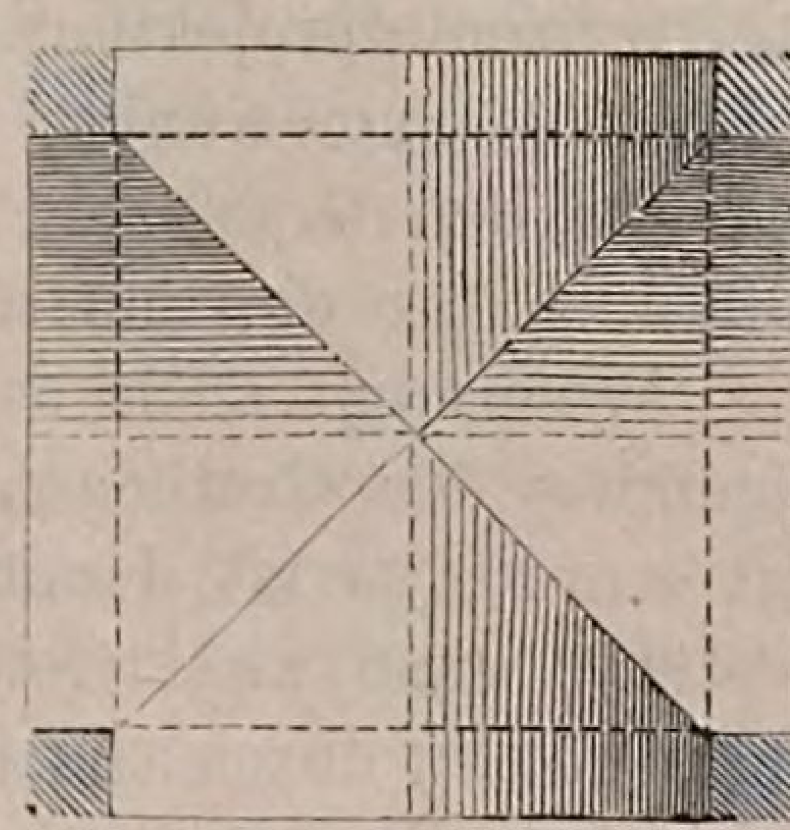
Das Kappengewölbe bildet an den Widerlagsmauern gleich wie bei den Tonnengewölben stets gerade Kämpferlinien, die entweder in einer Horizontalebene oder in einer gegen diese unter irgend einem Winkel geneigten Ebene liegen. Im ersteren Falle heissen sie horizontale Kappengewölbe, dagegen im anderen Falle steigende Kappengewölbe.

Ist der Raum, welcher mit einem Kappengewölbe überwölbt werden soll, nur von geringerer Breite, so dienen die Begrenzungsmauern gleich als Widerlager. Ist dagegen der zu überwölbende Raum grösser, so dass er nicht mit einer Kappe überwölbt werden kann, so wird dieser Raum durch sogenannte Gurtbogen, welche parallel mit den Widerlagern sind, in einzelne Fächer getheilt und dienen dann diese Gurtbogen gleichfalls als Widerlager. In neuerer Zeit hat man auch vielfach statt solcher Gurtbogen eiserne Balken oder Blechträger angewendet und gegen diese die einzelnen Kappen gewölbt, wie weiter unten noch näher angeführt wird.

3) Das Kreuzgewölbe.

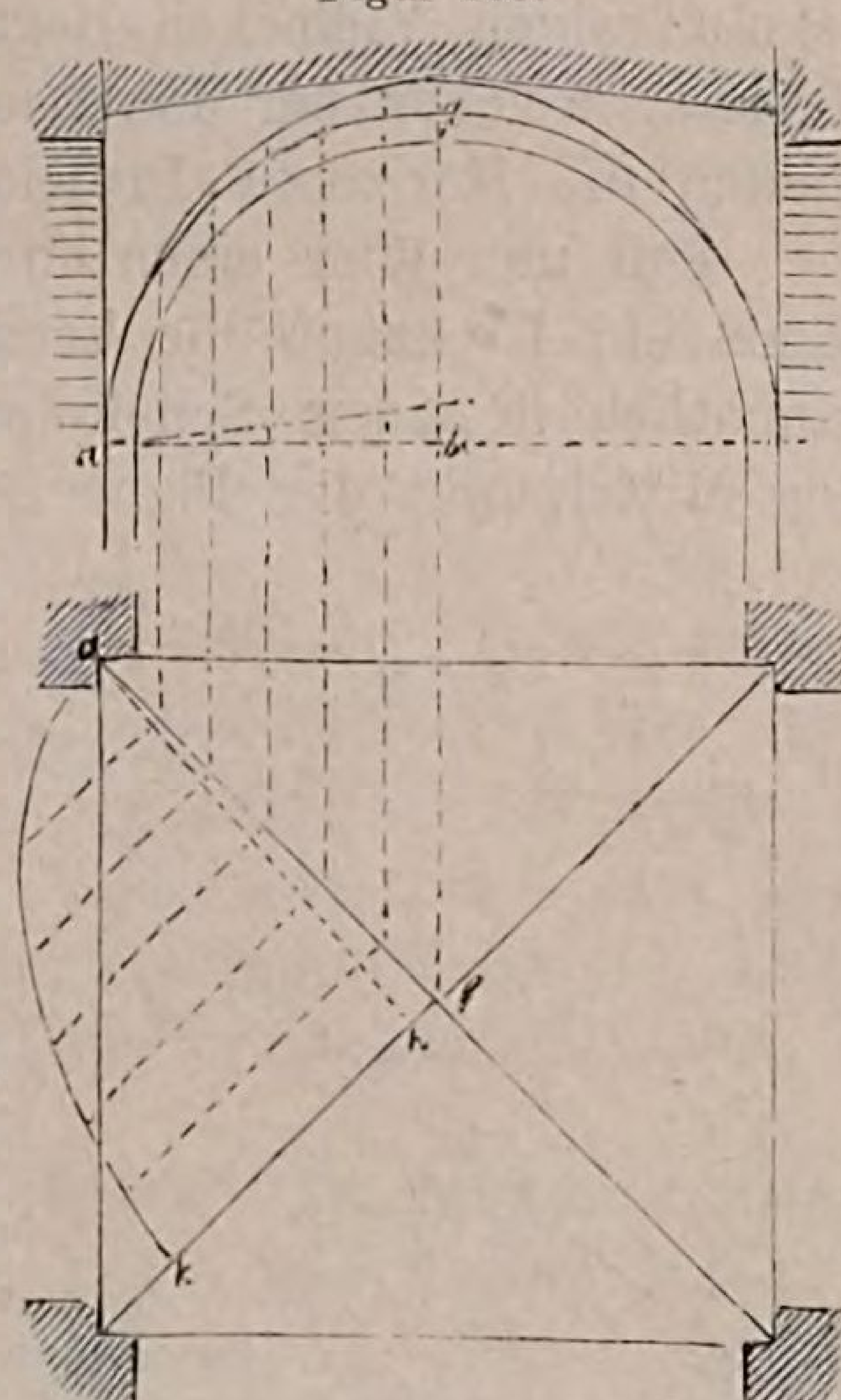
Denkt man sich über einen quadratischen Raum ein halbkreisförmiges Tonnengewölbe und dieses durch die beiden vertikalen Diagonalebenen durchschnitten, so erhält man vier Theile des Gewölbes, von denen je zwei einander gegenüber liegende Theile sich gleich sind. Nimmt man nun diejenigen beiden einander gegenüber liegenden Theile des Gewölbes weg, für welche die Umfangsmauern die Widerlagsmauern sein würden, und ersetzt diese durch zwei andere mit den beizubehaltenden gleiche Theile, so dass für diese letzteren die früheren Widerlagsmauern nun ebenfalls Stirnmauern werden, so erhält man das aus vier gleichen Zylinderausschnitten gebildete Kreuzgewölbe. Die Kanten der Zylinderausschnitte, welche in der vertikalen Diagonalebene zusammentreffen, bilden die Grate des Gewölbes und liegt ihr Durchschnitts- oder Scheitelpunkt senkrecht über dem Mittelpunkt der Grundfläche. Diese Grate oder Gratbogen erhalten ihre Widerlager in den vier Ecken des zu überwölbenden Raumes und finden daher hier keine fortlaufenden Kämpferlinien statt, sondern bilden die vier Seitenmauern nur Stirnmauern. Die auf den Gratbogen ruhenden oder zwischen denselben befindlichen Zwischengewölbe werden Kreuzkappen oder schlechtweg Kappen genannt. Ein solches Kreuzgewölbe erhält man auch, wenn man sich zwei Tonnengewölbe von gleicher Spannweite und Höhe durchschnitten denkt, wie in Figur 159 angedeutet. In gleicher Weise kann man sich aber auch zwei Kappengewölbe von gleicher Spannweite und Höhe durchschnitten denken und man erhält alsdann ein flaches Kreuzgewölbe.

Figur 159.



Es ist aber durchaus nicht erforderlich, dass man als Wölbungslinie den Halbkreis oder einen elliptischen Bogen oder ein Kreissegment nimmt, sondern man kann auch einen überhöhten Bogen oder einen Spitzbogen, wie in nebenstehender Figur 160 dargestellt ist, als Wölbungslinie der Kappen oder der Gratbogen anwenden. Nimmt man für die Wölbungslinie der Kappen irgend eine Kurve an, so ist diese auch für die Bestimmung der Gratbogen maassgebend und umgekehrt.

Figur 160.



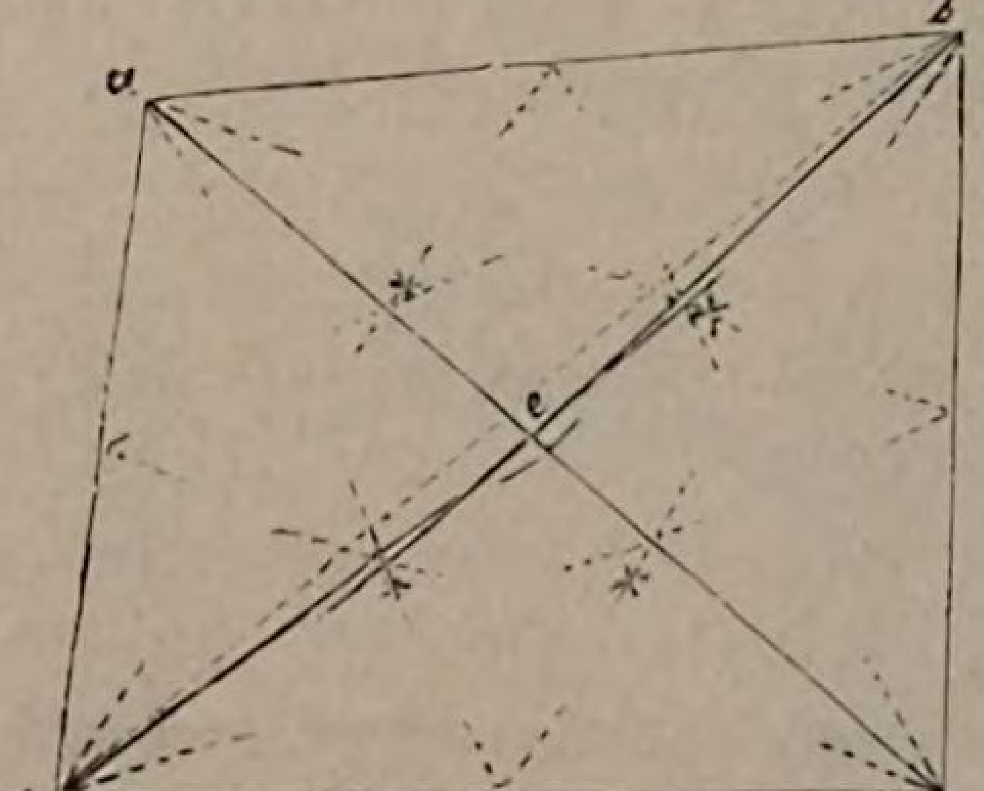
In einem regelmässig quadratischen Raum bezeichnen die Diagonalen die Horizontalprojektionen der Gratbogen, und um hier die Zeichnung des Gratbogens zu erhalten, wenn die Wölbungslinie für die Kappen gegeben ist, hat man folgendes Verfahren anzuwenden.

Man theilt nämlich die halbe Kappenbreite a b in eine gleiche Anzahl gleicher Theile und errichtet in den Theilungspunkten und in b Normalen bis zum Durchschnitt mit der betreffenden Kurve. Hierauf theilt man die horizontale Projektion eines Grates a f in eine gleiche Anzahl gleicher Theile und errichtet in sämmtlichen Theilungspunkten und in f Normalen. Nunmehr bestimmt man die Höhe der Steigung des Scheitelpunktes des Gewölbes und macht die Normale f k gleich der Steigung f h des Scheitelpunktes und gleich der Höhe b g der Kappe. Alsdann zieht man die Linie a h und trägt von dieser Linie a h die einzelnen Längen der gleichliegenden Normalen der Linie a b ab. Verbindet man dann die so erhaltenen Endpunkte der Normalen über der Horizontalprojektion des Grates mit einander durch eine gebogene Linie, welche bis zum Punkte a herunter geführt wird, so erhält man die Bogenlinie für den Grat über der Linie a f, welche Bogenlinie in dem vorliegenden Fall auch für die anderen Grate gilt.

Wenn nun auch bei dieser Erklärung eines Kreuzgewölbes und der Bestimmung der Gratbogen ein regelmässig quadratischer Raum zu Grunde gelegt wurde, so ist damit keineswegs gesagt, dass nur dann ein Kreuzgewölbe entsteht, wenn zwei Gewölbe von gleicher Spannweite und gleicher Höhe sich rechtwinkelig durchschneiden, sondern es ist auch ein Kreuzgewölbe im länglich viereckigen Raume, sowie über jeden beliebigen von geraden Seiten eingeschlossenen Raum möglich, wo dann im letzteren Falle das Gewölbe so viele Gratbogen erhält, als der eingeschlossene Raum Ecken hat. In allen Fällen trifft aber stets der Scheitelpunkt des Gewölbes oder derjenige Punkt, in welchen sich sämmtliche Gratbogen schneiden, senkrecht über den Mittelpunkt der Figur und dieser Mittelpunkt ist gleichzeitig der Schwerpunkt der Figur. Bei regelmässigen viereckigen oblongen oder quadratischen Figuren ergibt sich der betreffende Mittelpunkt im Durchschnittspunkt der beiden Diagonalen. Bei regelmässigen Vielecken liegt der betreffende Mittelpunkt im Mittelpunkte des Kreises, welcher um das Vieleck gezogen wird und sind dann die gezogenen Radien die Horizontal-Projektionen der bezüglichen Gratbogen.

Soll nun über einen unregelmässigen von geraden Linien eingeschlossenen Raum ein Kreuzgewölbe konstruirt werden, so muss, da die Gratbogen sich sämmtlich in einem Scheitelpunkte schneiden müssen, welcher senkrecht über den Mittelpunkt der Figur liegt, in welchem Mittelpunkt sich dann auch die Horizontal-Projektionen der Gratbogen schneiden, dieser Mittelpunkt oder Schwerpunkt der Figur bestimmt werden.

Figur 161.



Es sei der in nebenstehender Figur 161 dargestellte unregelmässige viereckige Raum gegeben, über welchem ein Kreuzgewölbe konstruirt werden soll.

Man hat, um die Richtungen der Horizontalprojektionen der Gratbogen zu erhalten, welche in diesem Falle nicht mit den Diagonalen der Figur zusammenfallen, weil diese sich nicht im Mittelpunkte der Figur schneiden,

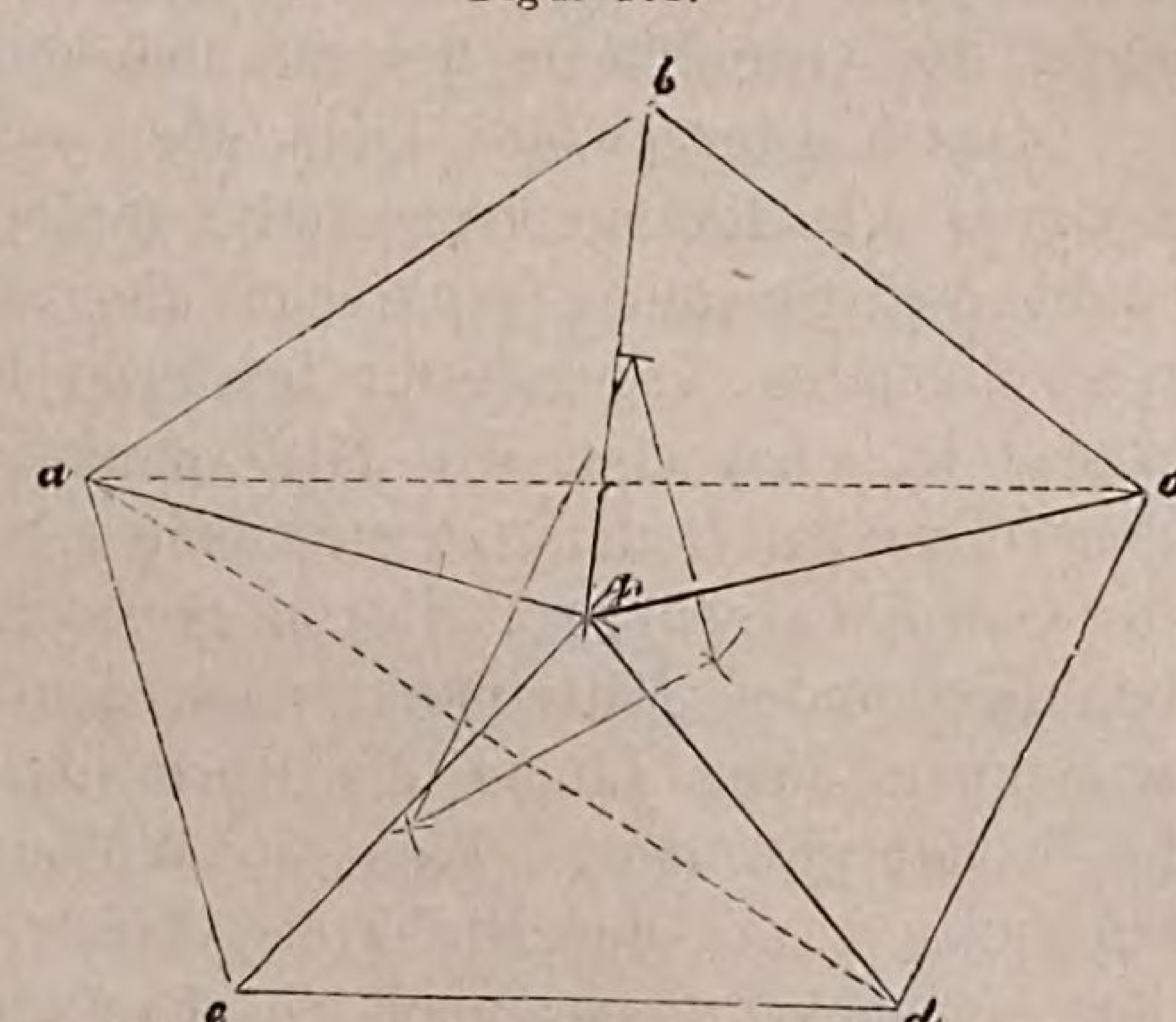
zunächst den Mittelpunkt oder Schwerpunkt der Figur zu bestimmen, in welchem die Projektionen der vier Gratbogen sich schneiden müssen. Hat man diesen Mittelpunkt bestimmt, so zieht man von demselben nach den vier Ecken der Figur gerade Linien, welche dann die verlangten Projektionen bezeichnen.

Zur Bestimmung dieses Mittelpunktes dient folgendes Verfahren.

Man zieht zunächst die Diagonale a c, wodurch die Figur in die beiden Dreiecke a b c und a d c getheilt wird. Für jedes dieser beiden Dreiecke bestimmt man den Schwerpunkt besonders, indem man jede Seite eines Dreiecks in zwei gleiche Theile theilt und von jedem Theilpunkt nach der gegenüberliegenden Ecke des Dreiecks eine gerade Linie zieht. Diese drei Linien schneiden sich in einem Punkte, welcher der Mittelpunkt oder der Schwerpunkt des betreffenden Dreiecks ist. Hat man nun für die beiden Dreiecke a b c und a d c die beiden Schwerpunkte bestimmt und man verbindet dieselben durch eine gerade Linie, so bezeichnet diese Linie eine Schwerlinie, in welcher der Schwerpunkt der ganzen Figur liegt. Hierauf zieht man die Diagonale b d und bestimmt ebenfalls für jedes der beiden Dreiecke a b d und b d c den Schwerpunkt und verbindet auch diese beiden Schwerpunkte durch eine gerade Linie, welche ebenfalls eine Schwerlinie für die ganze Figur bezeichnet. Der Durchschnittspunkt e dieser beiden Schwerlinien bezeichnet dann den Schwerpunkt oder den Mittelpunkt der ganzen Figur.

Hat der Raum, welcher mit einem Kreuzgewölbe überwölbt werden soll, die Gestalt eines unregelmässigen Fünfecks, wie in nebenstehender Figur 162 angegeben ist, so hat man ebenfalls zunächst den Mittelpunkt oder Schwerpunkt der Figur zu bestimmen, in welchem die Projektionen der fünf Gratbogen sich notwendig schneiden müssen, und zieht alsdann von diesem Punkte nach den fünf Ecken des Fünfecks gerade Linien, welche die Horizontalprojektionen der bezüglichen Gratbogen bezeichnen.

Figur 162.



Um hier den Mittelpunkt der Figur zu bestimmen, hat man folgendes Verfahren anzuwenden.

Man theilt die Figur durch die Linien a c und a d in die Dreiecke a b c, a c d, a d e. Alsdann sucht man für jedes Dreieck den Schwerpunkt desselben und verbindet die drei Schwerpunkte durch gerade Linien, wodurch man ein schweres Dreieck erhält. Sucht man nun von diesem schweren Dreieck den Schwerpunkt, so ist dieser der Mittelpunkt oder Schwerpunkt des Fünfecks. Verbindet man nun diesen Mittelpunkt q mit den Ecken a b c d e des Fünfecks durch gerade Linien, so sind diese Linien a g, b g, c g, d g, e g die Horizontalprojektionen der bezüglichen Gratbogen.

Wegen der Verzeichnung der Gratbogen und der Kappenwölbungslinien bei diesen unregelmässigen Figuren wird weiter unten das Nähere angeführt.

Das Kreuzgewölbe findet man auch als steigendes Gewölbe ausgeführt, namentlich bei Treppenanlagen und ist dann dasselbe gewöhnlich über einem

rechteckigen Raume ausgeführt. Hierbei liegt der Scheitelpunkt senkrecht über dem Durchschnittspunkt der beiden Diagonalen.

4) Das Klostergewölbe.

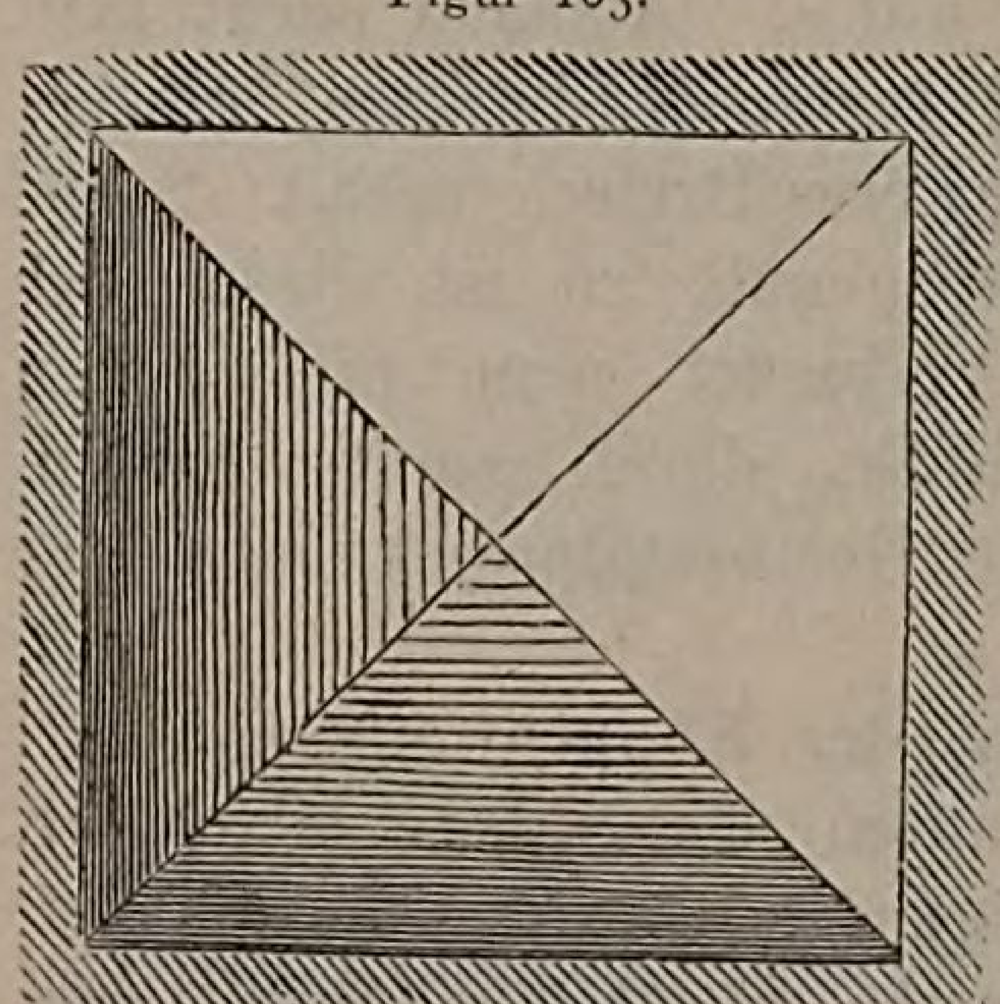
Denkt man sich ein halbkreisförmiges Tonnengewölbe über einem quadratischen Raum durch zwei vertikal gestellte Diagonalebenen durchschnitten, so entstehen, wie schon bei der Erklärung des Kreuzgewölbes angeführt wurde, vier Theile, von denen je zwei einander gegenüberliegende Theile gleich sind. Denkt man sich nun diejenigen beiden gleichen Theile, für welche die Seitenmauern keine Widerlagsmauern, sondern Stirnmauern sind, weggenommen und durch zwei solche Theile, wie die beizubehaltenden ersetzt, so dass also für diese beiden neuen Theile die Seitenmauern ebenfalls Widerlagsmauern werden, so erhält man das Klostergewölbe, welches dann noch eben so viele Widerlagsmauern erhält, als Umfassungsmauern vorhanden sind.

Bei dem Klostergewölbe entstehen ebenfalls Grate, wie beim Kreuzgewölbe, nur mit dem Unterschiede, dass die Grate beim Klostergewölbe nach Aussen springend, dagegen beim Kreuzgewölbe die Grate nach Innen vortretend sind. Bei dem Klostergewölbe erhält man ferner fortlaufende wagerechte Kämpferlinien, wo dagegen bei dem Kreuzgewölbe sich nur Widerlagspunkte ergeben, die jedesmal in den Ecken der gegebenen Figur und zwar in den Anfangspunkten der Graten des Gewölbes sich befinden.

Das Klostergewölbe hat ebenfalls einen höchsten Punkt, nämlich einen Scheitelpunkt, welcher ganz wie beim Kreuzgewölbe, senkrecht über den Mittelpunkt der Grundfläche des zu überwölbenden Raumes liegt.

Das Klostergewölbe kann über jedem vieleckigen regelmässigen oder unregelmässigen Raume hergestellt werden. Im ersteren Falle liegt der Scheitelpunkt des Gewölbes senkrecht über dem Mittelpunkt des in der Figur zu verzeichnenden Kreises; im letzteren Falle dagegen, wo die Figur unregelmässig ist, hat man den Mittelpunkt (Schwerpunkt) der Grundfläche des zu überwölbenden Raums zu bestimmen, über welchem dann der Scheitelpunkt des Gewölbes senkrecht liegen muss. Zieht man dann in beiden Fällen von dem bestimmten Mittelpunkt nach den Ecken des Vielecks gerade Linien, so bezeichnen diese Linien die Horizontalprojektionen der verschiedenen Graten des Klostergewölbes. Was die Wölbungslinie des Klostergewölbes betrifft, so kann man sowol den Halbkreis, Viertelkreis, als auch einen elliptischen Bogen oder Korbbogen, oder auch ein Kreissegment als Wölbungslinie anwenden.

Figur 163.

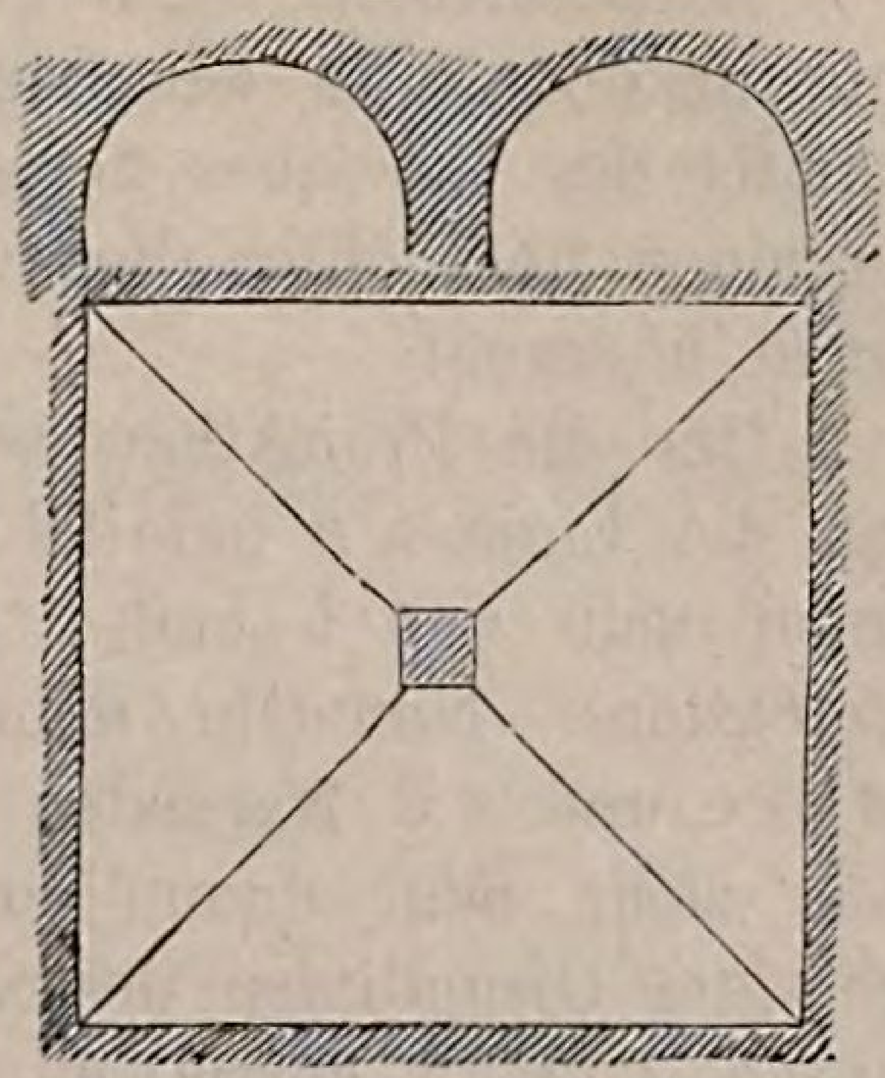


In nebenstehender Figur 163 ist ein Klostergewölbe über einen regelmässigen quadratischen Raum, von oben gesehen, näher dargestellt.

In der nachstehenden Figur 164 ist ein Fall dargestellt, wo ein quadratischer Raum, in dessen Mitte ein ebenfalls quadratischer Pfeiler angeordnet ist, von vier Tonnengewölben von gleicher Weite und Höhe, deren Widerlager die Umfangsmauern und der Mittelpfeiler bilden, überspannt wird. Die Längenaxen der vier Gewölbe sind je zwei parallel mit den bezüglichen Umfangsseiten und Pfeilerseiten.

In den Diagonalebenen durchschneiden sich je zwei Gewölbe und bilden hier jedesmal einen Grat, welcher von dem Scheitelpunkt des Gewölbes bis zu der äusseren Ecke des Umfangs ein nach Aussen springender wird, wie beim Klostergewölbe; dagegen vom Scheitelpunkt bis zu der inneren Pfeilerecke wird der Grat ein nach Innen vortretender, wie beim Kreuzgewölbe. Wird der Mittelpfeiler verhältnissmässig klein, so kann man ein solches Gewölbe als Verbindung eines Kreuzgewölbes mit einem Klostergewölbe bezeichnen und dieses um so eher, wenn man von dem Mittelpfeiler aus parallel mit den Umfangsmauern jedesmal, nach den äusseren Widerlagsmauern sich Gurtbogen denkt von der Breite des Mittelpfeilers, deren Kämpfer mit denen der äusseren Gewölbehälften in einer horizontalen Ebene liegen.

Figur 164.

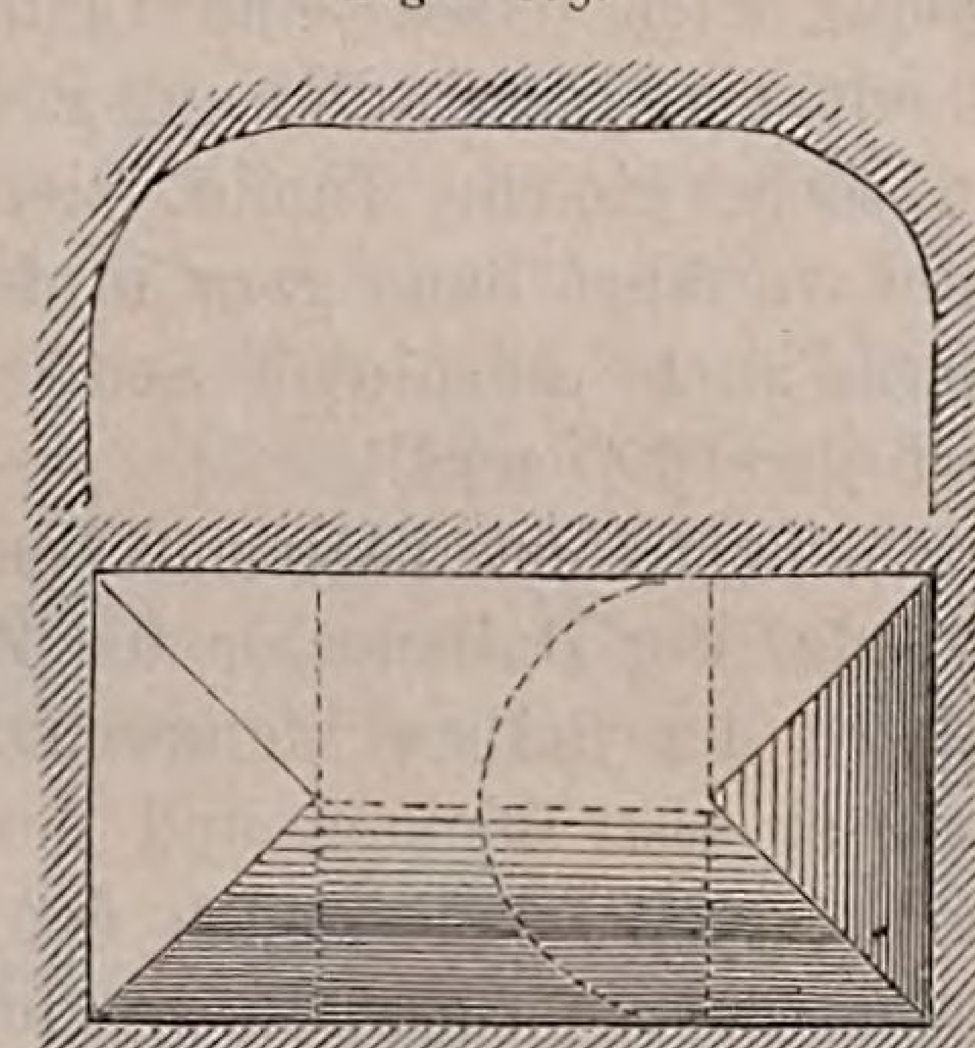


Diese Art der Zusammensetzung von Gewölben kann man aber auch über unregelmässige Räume sich hergestellt denken, wo dann der Mittelpfeiler, welcher im Mittelpunkt der gegebenen Figur zu stehen kommt, eine dem Umfange ähnliche Grundform erhält.

5) Das Muldengewölbe.

Denkt man sich das Klostergewölbe über einem quadratischen Raum durch eine mit zwei einander gegenüber liegenden Seiten parallele Vertikalebene im Scheitelpunkt in zwei gleiche Hälften durchschnitten und zwischen diese beiden Hälften ein Tonnengewölbe von gleicher Spannweite und Höhe und gleicher Wölbungslinie wie das Klostergewölbe eingesetzt, so entsteht das Muldengewölbe. In dem vorliegenden Fall ist der Halbkreis als Wölbungslinie angenommen und ist hier der Halbmesser der Zylinderflächen (a b = a c), aus denen dasselbe gebildet ist, gleich der halben kleineren Seite der Grundfigur.

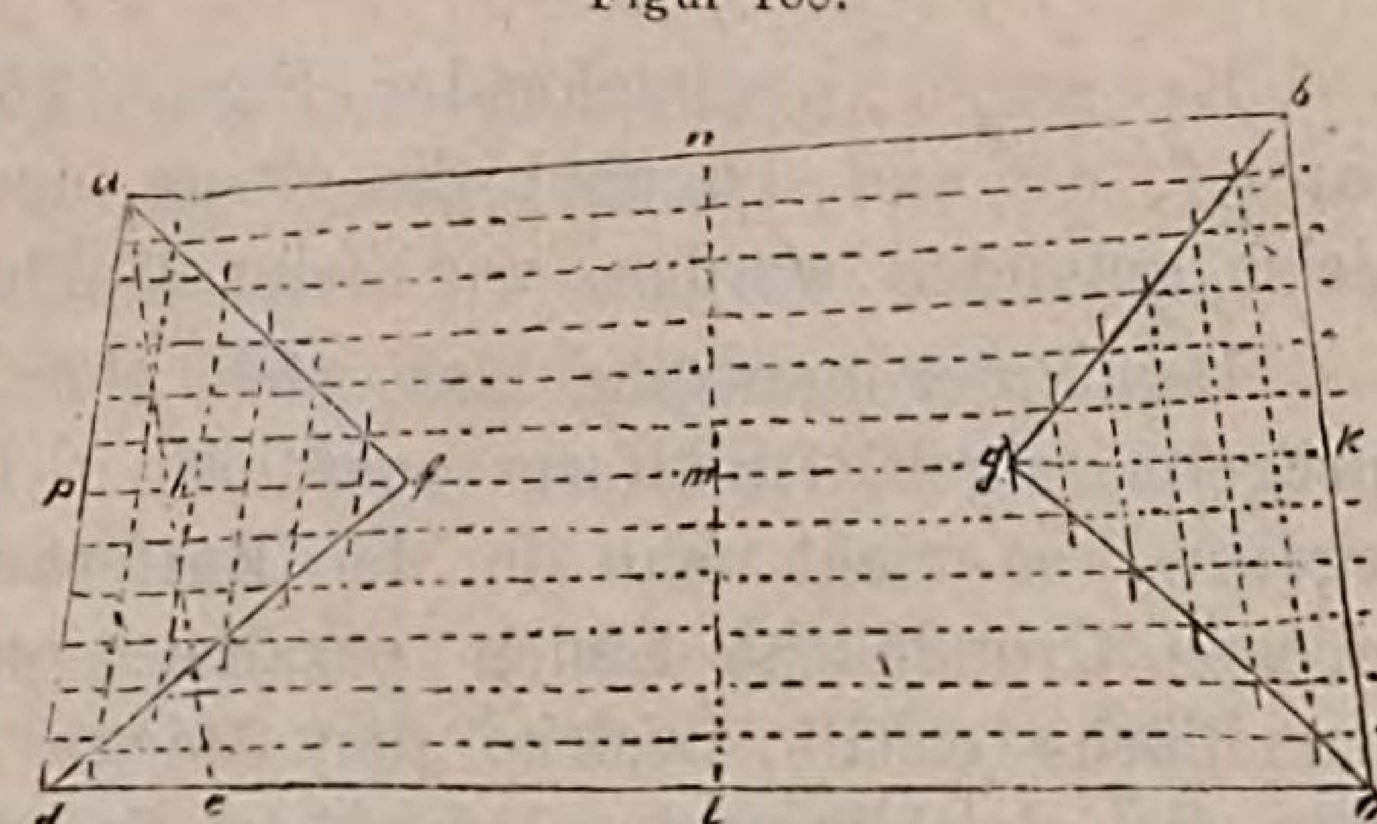
Figur 165.



Das Muldengewölbe lässt sich auch über einem unregelmässigen länglichen Raume herstellen; man hat aber dann an einer Stelle rechtwinkelig auf die Mittellinie eine bestimmte Wölbungslinie anzunehmen, nach welcher dann für den übrigen Theil des Gewölbes die Wölbungslinien näher bestimmt werden.

In nebenstehender Figur 166 ist der Grundriss eines Muldengewölbes über einen unregelmässigen viereckigen Raum dargestellt.

Figur 166.



Es ist hier die Figur a b c d gegeben und angenommen, dass die Wölbungslinie in der Mitte der Längenaxe ein Halbkreis sei, so dass also, da der Scheitel des Gewölbes horizontal wird, die Wölbungslinie nach der Seite a d hin einen überhöhten Bogen und nach der Seite b c hin in einen gedrückten Bogen übergeht.

Um die Projektion der Scheitellinie des Gewölbes zu bestimmen, zieht man die Linie a e parallel mit b c, halbirt a e in h und b c in k, und verbindet man nun h und k durch eine gerade Linie, so ist h k die verlangte Projektion. Nunmehr nimmt man l m gleich m n auf den Zirkel, errichtet auf b c und a d Normalen und macht diese gleich dem Halbmesser l m gleich m n; zieht man dann durch die Endpunkte dieser Normalen mit den zugehörigen Grundlinien derselben Parallellinien, so erhält man die Durchschnittspunkte g und f derselben mit der Projektion der Scheitellinie. Diese Durchschnittspunkte bezeichnen gleichzeitig die Projektionen der Endpunkte, der Scheitellinie, des Muldengewölbes, gegen welche die Vertikalkreise der beiden kleineren Seiten sich anschliessen.

Um dann die Projektionen der Graten des Muldengewölbes zu erhalten, welche hier keine geraden Linien werden, theilt man die Hälften b k und k c, sowie die Hälften a p und p d der Seite a d in eine gleiche Anzahl gleicher Theile, hier jedesmal in sechs gleiche Theile und verbindet die Theilpunkte der Linien b c und a d von a b ab nach der Reihe durch gerade Linien. Hierauf theilt man die auf b c errichtete Normale gleich dem Halbmesser l m ebenfalls in sechs gleiche Theile, zieht durch die erhaltenen Theilungspunkte Linien parallel mit b c, so geben die Durchschnittspunkte dieser Linien mit den vorher gezeichneten Linien nach der Reihe Punkte, welche in der Projektion des bezüglichen Grates liegen, und verbindet man diese Punkte der Reihe nach durch eine Linie, so erhält man die Projektion selbst. Ebenso theilt man auch die auf a d errichtete Normale gleich dem Halbmesser l m in sechs gleiche Theile, zieht durch die Theilpunkte Linien parallel mit a d und verfährt dann ganz in derselben Weise, wie bei b c angegeben ist, wodurch man auch an dieser Seite die Horizontalprojektionen der bezüglichen Grate a f und d f erhält.

Bei einem regelmässigen Muldengewölbe ist, wie schon oben angeführt wurde, der Halbmesser der Zylinderflächen, aus welchen dasselbe gebildet wird, gleich der halben kleineren Seite der Grundfigur. Nimmt man diesen Halbmesser aber kleiner und denkt sich zwischen den vier zylindrischen Flächen noch einen freiliegenden der Grundfigur ähnlichen Raum, welcher mit einem scheitrechten Gewölbe geschlossen wird, so erhält man

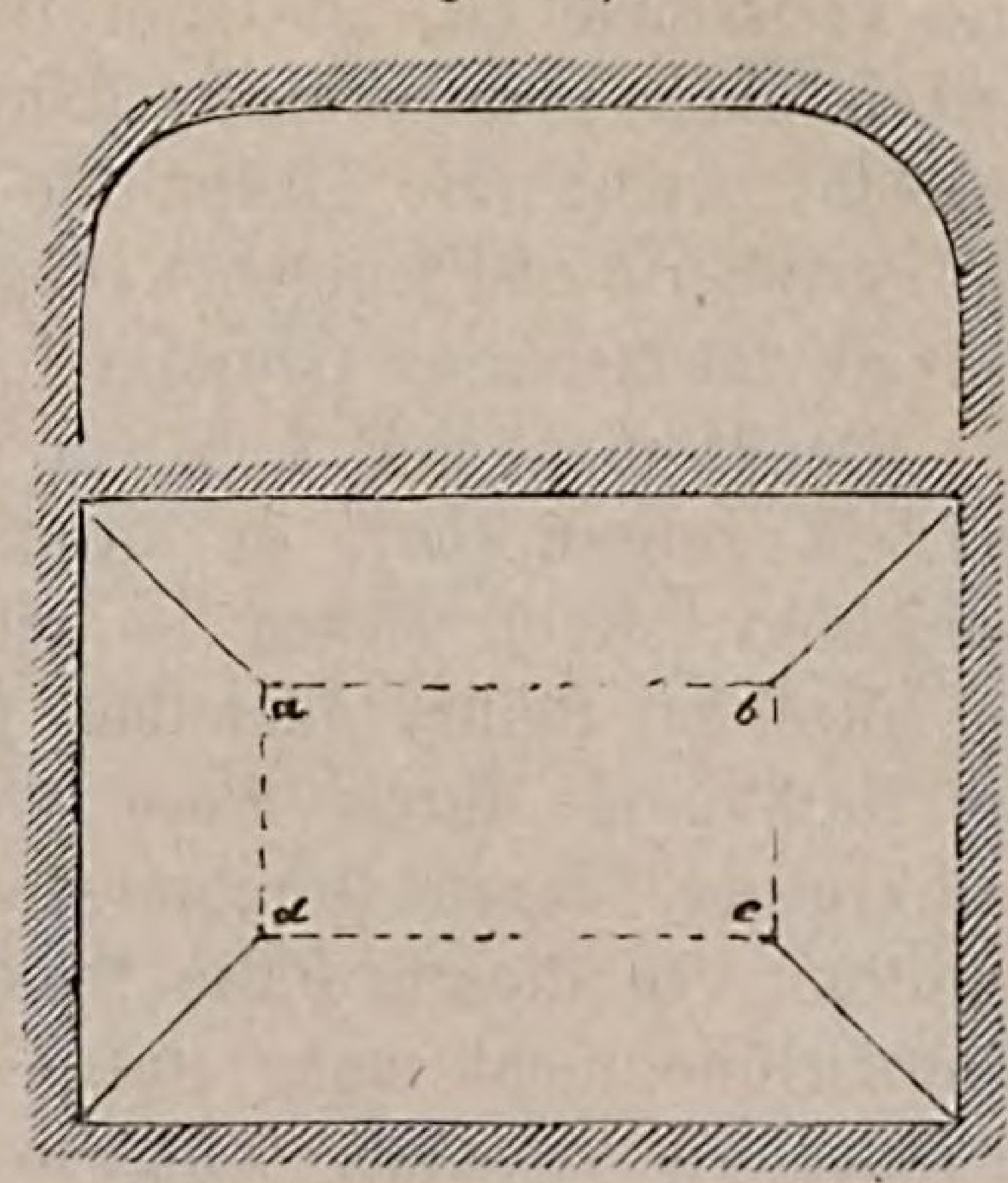
6) das Spiegelgewölbe.

Es ist in nachstehender Figur 167 a b c d der Spiegel des Gewölbes; a e, b f, c g und d h sind die Grate des Gewölbes, welche in ganz gleicher Weise gefunden werden, wie beim Muldengewölbe.

Das Spiegelgewölbe lässt sich über jedem Raum von regelmässiger oder unregelmässiger Grundform ausführen. Ist der Halbmesser der Wölbungslinie gegeben, so zieht man in der Entfernung desselben zu den Seiten der gegebenen Grundfläche Linien parallel, wodurch man eine Figur ähnlich der Grundfläche erhält, welche den Spiegel des Gewölbes bildet; verbindet man dann die gleichliegenden Ecken des Spiegels und der Grundfläche durch gerade

Linien, so ergeben diese letzteren die Projektionen der Grate, welche daher, da die verschiedenen Zylinderflächen sämmtlich eine gleiche Wölbungslinie erhalten, sehr leicht zu konstruiren sind.

Figur 167.



Man wendet gewöhnlich den Viertelkreis als Wölbungslinie an; es ist übrigens dieses nicht durchaus notwendig, man kann auch einen elliptischen Bogen oder Korbbogen als Wölbungslinie anwenden; es muss jedoch immer so stattfinden, dass die Verlängerung der Spiegelfläche den Wölbungsbogen tangentirt.

Bei dem Muldengewölbe kann dagegen jede beliebige Wölbungslinie (Kreissegment, Spitzbogen, Ellipse u. s. w.) angewendet werden.

Die Spiegelgewölbe finden im Allgemeinen als Gewölbe sehr wenig Anwendung, weil sie wegen der Herstellung des Spiegels, wenn sie aus Stein konstruirt werden sollen, überall zu erhebliche Schwierigkeiten machen, und um sie dann sicher haltbar zu erhalten, die Anwendung von Eisenkonstruktionen notwendig ist. Man stellt daher in den meisten Fällen der Anwendung von Spiegelgewölben dieselben aus Holz her, wo dann das Holzgerippe äusserlich verschalt und diese Verschalung nach der gegebenen Wölbungslinie mit Kalk- oder Gipsputz überzogen wird.

7) Die Kuppelgewölbe.

Denkt man sich auf einer horizontalen Ebene eine vertikale Ebene, die durch eine einfach gekrümmte Kurve äusserlich begrenzt wird, um eine vertikale Seite (Axe) gedreht, sodass jeder Punkt der äusseren Kurve während dieser drehenden Bewegung stets die gleiche Entfernung von der vertikalen Axe behält, so beschreibt die äussere Kurve eine Rotationsfläche. Wird diese Rotationsfläche nun als Gewölbeform benutzt, so heisst das Gewölbe ein Kuppelgewölbe. Es lassen sich aber hierzu verschiedene Kurven anwenden, wodurch dann die erzeugten Rotationsflächen ebenfalls wieder eine verschiedene Gestalt erhalten. Die hiernach herzustellenden Gewölbe werden dann auch wieder besonders benannt.

Ist z. B. die erzeugende Kurve ein Viertelkreis und geht durch dessen Mittelpunkt die vertikale Drehaxe, so heisst das Gewölbe insbesondere ein Kugelgewölbe. Die Hälfte eines Kugelgewölbes, indem man sich dasselbe durch eine durch den Mittelpunkt gehende vertikale Ebene geschnitten denkt, heisst ein Chor- oder Nischengewölbe.

Ist die erzeugende Kurve eine Ellipse, oder ein Parabel u. s. w., so nennt man das Gewölbe ein elliptisches oder parabolisches u. s. w. Kuppelgewölbe. Hierbei entsteht aber ebenfalls, wenn man sich das Gewölbe durch eine vertikale Ebene in der Drehaxe, wie beim Kugelgewölbe durchschnitten denkt, das Chor- oder Nischengewölbe, bei welchem dann die vordere Begrenzungskurve eine Ellipse oder Parabel u. s. w. ist, wo dagegen bei dem halben Kugelgewölbe diese vordere Begrenzungskurve ein Halbkreis ist.

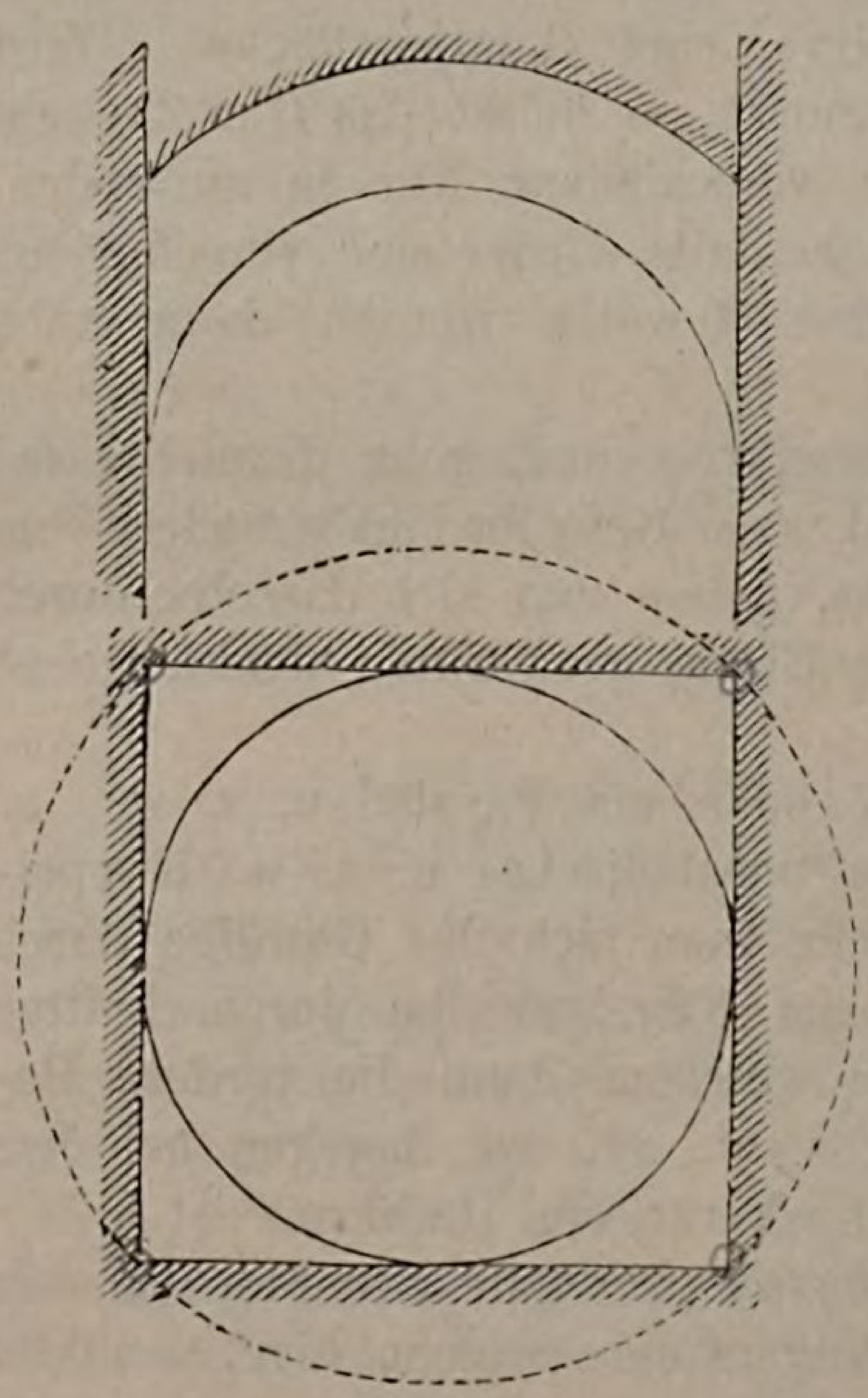
Bei diesen Kuppelgewölben ist die ringsum laufende Kämpferlinie ein vollständiger Kreis und jeder Theil der Umfangsmauer, welche hier ebenfalls

eine kreisrunde ist, ist dann Widerlager. Es lassen sich nun diese Gewölbeformen auch über eckigen Räumen anwenden; dasselbe ist jedoch nur dann möglich, wenn alle Eckpunkte des gegebenen zu überwölbenden Raumes auf der Peripherie dessjenigen Kreises liegen, welcher dem Kuppelgewölbe angehört und als horizontaler Grundkreis desselben angesehen werden kann.

Denkt man sich z. B. in einer Halbkugel mit horizontalem Begrenzungskreis (Kugelgewölbe), in diesem Kreise eine regelmässige gleichseitige Figur gezeichnet, deren Ecken in der Peripherie dieses Kreises liegen, und durch die einzelnen Seiten derselben jedesmal eine vertikale Ebene gelegt, so wird die Halbkugel durch diese verschiedenen Vertikalebenen nach kongruenten Halbkreisen, deren Durchmesser gleich den Seiten der Grundfigur sind, geschnitten. In diesem Falle findet aber eine horizontalliegende ringsumlaufende Kämpferlinie nicht mehr statt, sondern es bildet die Kämpferlinie an den Umfangsmauern so viele kongruente vertikale Halbkreise, als die Grundfigur Seiten hat und laufen diese Halbkreise, ähnlich wie bei den Kreuzgewölben, in den Ecken zusammen; erst in der Höhe der Scheitel dieser vertikalen Halbkreise, welche sämmtlich in einer horizontalen Ebene liegen, entsteht wieder ein vollständiger horizontaler Kreis des Kuppelgewölbes.

Denkt man sich ferner in einer Halbkugel mit horizontalliegenden Begrenzungskreise, in diesem letzteren irgend eine zu überwölbende Grundfläche, deren Eckpunkte zwar nicht auf dem Umfange dieses Begrenzungskreises liegen, deren Schwerpunkt jedoch mit dem Mittelpunkte dieses Kreises zusammenfällt und durch die einzelnen Seiten dieser Grundfläche vertikale Ebenen bis zum Durchschnitt mit der Oberfläche der Halbkugel gelegt, so kann der durch diese Ebenen begrenzte und über der gedachten Grundfläche liegende Theil der Halbkugelfläche ebenfalls als Gewölbeform für den zu überwölbenden Raum dienen. Solche Gewölbe werden dann böhmische Gewölbe genannt.

Figur 168.



Uebrigens werden auch diejenigen Gewölbe böhmische Gewölbe genannt, welche über kleineren Räumen hergestellt werden und Theile von Kugelflächen sind, die Halbkugeln angehören, in deren horizontalen Begrenzungskreise die Eckpunkte der zu überwölbenden Grundfläche liegen. Ein solcher Fall ist in nebenstehender Figur 168 dargestellt.

Es ist jedoch auch keineswegs erforderlich, dass die Grundfläche eine regelmässige Figur bilde, sondern es kann eine unregelmässige oder auch ungleichseitige Figur sein, deren Schwerpunkt jedoch mit dem Mittelpunkt des Grundkreises zusammenfallen muss. In diesem Falle wird aber die Halbkugel nicht nach kongruenten Halbkreisen durchschnitten, weil die Durchmesser derselben nicht gleich sind. Die Kämpferpunkte liegen jedoch sämmtlich wieder in einer horizontalen Ebene.

Die hier angeführten Gewölbeformen sind die hauptsächlichsten und als Grund-

formen aller übrigen Gewölbe anzunehmen. Durch die verschiedene Anwendung der Gewölbe und durch die Zusammensetzung verschiedener Gewölbeformen zu einem Gewölbe entstehen zwar wieder verschiedene Gewölbe, dieselben lassen sich aber stets wieder auf ihre Grundformen zurückführen. Es ist nun aber keineswegs die Absicht, hier die verschiedenartigen künstlich zusammengesetzten Gewölbeformen näher zu entwickeln und zu beschreiben, indem dadurch nicht allein die Grenzen dieses Werkes überschritten würden, sondern auch, weil für die Praxis selbst kein grosser Vortheil daraus entstehen würde, indem diese künstlich zusammengesetzten Gewölbe doch keine weitere Anwendung als in Modellen finden möchten.

In den folgenden Paragraphen soll nunmehr die Ausführung der verschiedenen Gewölbe näher beschrieben werden.

§ 50. Das Tonnengewölbe.

Das Tonnengewölbe hat, wie im vorigen Paragraph bereits angeführt wurde, die Gestalt eines nach der Länge horizontal in seiner Mitte durchschnittenen Zylinders, dessen Stirnebenen entweder eine Kreisfläche oder eine elliptische Ebene bilden, und ist demgemäss die Wölbungslinie des Gewölbes entweder ein Halbkreis oder ein elliptischer Bogen.

Um das Tonnengewölbe ausführen zu können, ist zuvor die Aufstellung eines hölzernen Untergerüstes oder sogenannten Lehrgerüstes erforderlich, wodurch die einzelnen Gewölbsteinreihen so lange unterstützt werden, bis die Schlusssteinreihe des Gewölbes eingelegt und dadurch die gegenseitige Stützung der Gewölbeschenkel hergestellt ist.

Das Lehrgerüst besteht aus einer Anzahl von Brettern hergestellter Bogen (Lehrbogen), die in einer bestimmten Entfernung von einander lothrecht aufgestellt und darüber nach der Länge des Gewölbes dünne Schalbretter von gleicher Stärke gelegt werden, über welchen die Gewölbemauerung ausgeführt wird.

Die einzelnen Lehrbogen werden gewöhnlich aus einer doppelten Lage Brettern hergestellt, seltener aus drei Lagen, und findet dieses Letztere nur dann statt, wenn das Gewölbe eine bedeutende Spannweite erhält. Ist die Spannweite und die Höhe des Gewölbes mit Einschluss der Ueberhöhung des Scheitels des Gewölbes bestimmt, welche Höhe übrigens schon bei Feststellung der Fussbodenhöhe des unteren Stockwerks während der Aufführung des Gebäudes in Betracht gezogen werden muss (vergl. § 45), so wird die Wölbungslinie verzeichnet, wobei jedoch darauf Rücksicht zu nehmen ist, dass die Stärke der aufzulegenden Schalbretter bei Verzeichnung der Bogenlinie in Abzug gebracht werden muss. Man rechnet für die Stärke der Schalbretter auf jeder Seite 2½ Zentimeter und ebenfalls in der Höhe 2½ Zentimeter zurück, so dass also bei der Verzeichnung des Bogens die gegebene Spannweite um 5 Zentimeter und die Bogenhöhe um 2½ Zentimeter geringer angenommen wird.

Die Lehrbogen werden gewöhnlich in einer Entfernung von 8 bis 9 Dezimeter von Mitte zu Mitte aufgestellt, weil sonst die Schalbretter von grösserer Stärke angenommen werden müssen, in welchem Falle sie sich aber dann der Breite nach mangelhafter der Wölbungslinie anlegen, es sei denn, dass man zur Einschalung nur Latten von gleicher Stärke anwendet.

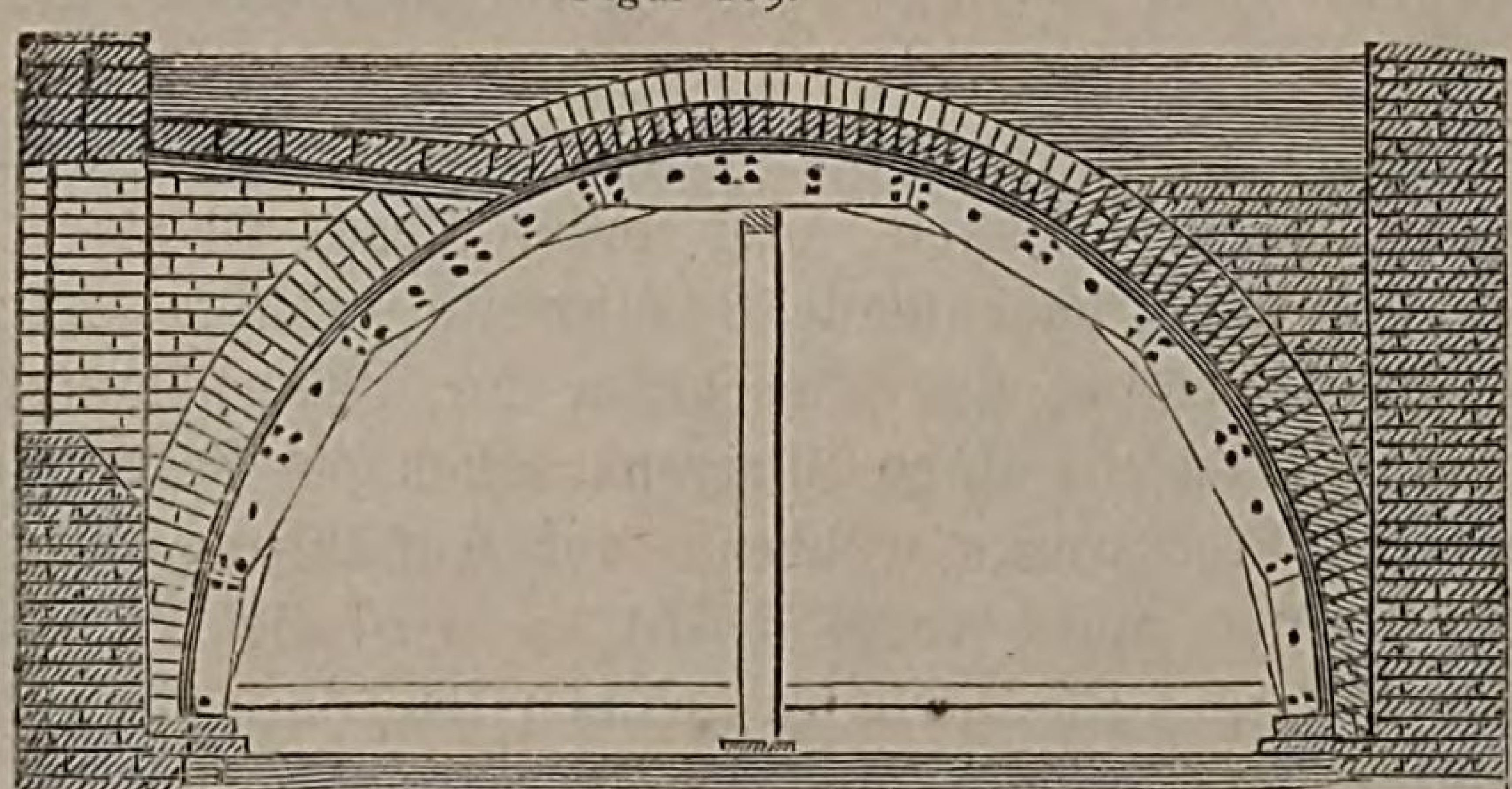
Was nun die Aufstellung der Lehrbogen betrifft, so wird zunächst an beiden Seiten ein vollständig wagerechtes Lager von durchstreckenden Hölzern

oder starken Brettern hergestellt. Diese Lager können, je nachdem die Kämpfer des Gewölbes unmittelbar über dem Fussboden oder in einer gewissen Entfernung von demselben liegen, aus starken Brettern bestehen, die unmittelbar auf die Erde gelegt werden, oder aus lothrecht aufgestellten Trempeln (Stützen) hergestellt werden, über welche bis zur Kämpferhöhe wagerecht liegende Hölzer gestreckt werden. In diesem letzteren Falle hat man aber namentlich dafür Sorge zu tragen, dass die einzelnen Trempel durch die spätere Gewölbelast vor vollständiger Schliessung des Gewölbes nicht in den Boden eingedrückt werden, wodurch nur Unregelmässigkeiten zum Nachtheil der Tüchtigkeit der Gewölbe entstehen würden. In beiden Fällen werden die Lager nicht höher gelegt, dass unter jedem Lehrbogen Holzkeile von etwa $2^1/_2$ Zentimeter Stärke gelegt werden können, um die richtige Höhe des Lehrgerüstes des Gewölbes zu erhalten. Diese Anordnung erleichtert nach dem Schlusse der Gewölbes sehr bedeutend die spätere Ausrüstung desselben, indem man dann nur die Holzkeile zu entfernen braucht, um die Holzrüstung zu senken. Sind nun die Lager vollständig in der angegebenen Weise hergestellt, so wird zunächst an beiden Enden des zu überwölbenden Raums mit der Aufstellung der Lehrbogen begonnen und zwar wird zunächst unmittelbar neben jeder Stirnmauer ein Lehrbogen aufgestellt. Haben diese ihre richtige Stellung sowol in lothrechter als auch in wagerechter Richtung erhalten, so werden an verschiedenen Stellen über dieselben wagerechte Richtschnüre durchgespannt, um hiernach die übrigen Lehrbogen aufstellen zu können. Sind die sämmtlichen Lehrbogen aufgestellt, so werden zur Festhaltung derselben in ihrer Stellung sowol an den Schenkeln, wie auch im Scheitel über die aufgestellten Lehrbogen einzelne Schalbretter gelegt und diese mit kleineren Nägeln darauf festgeheftet.

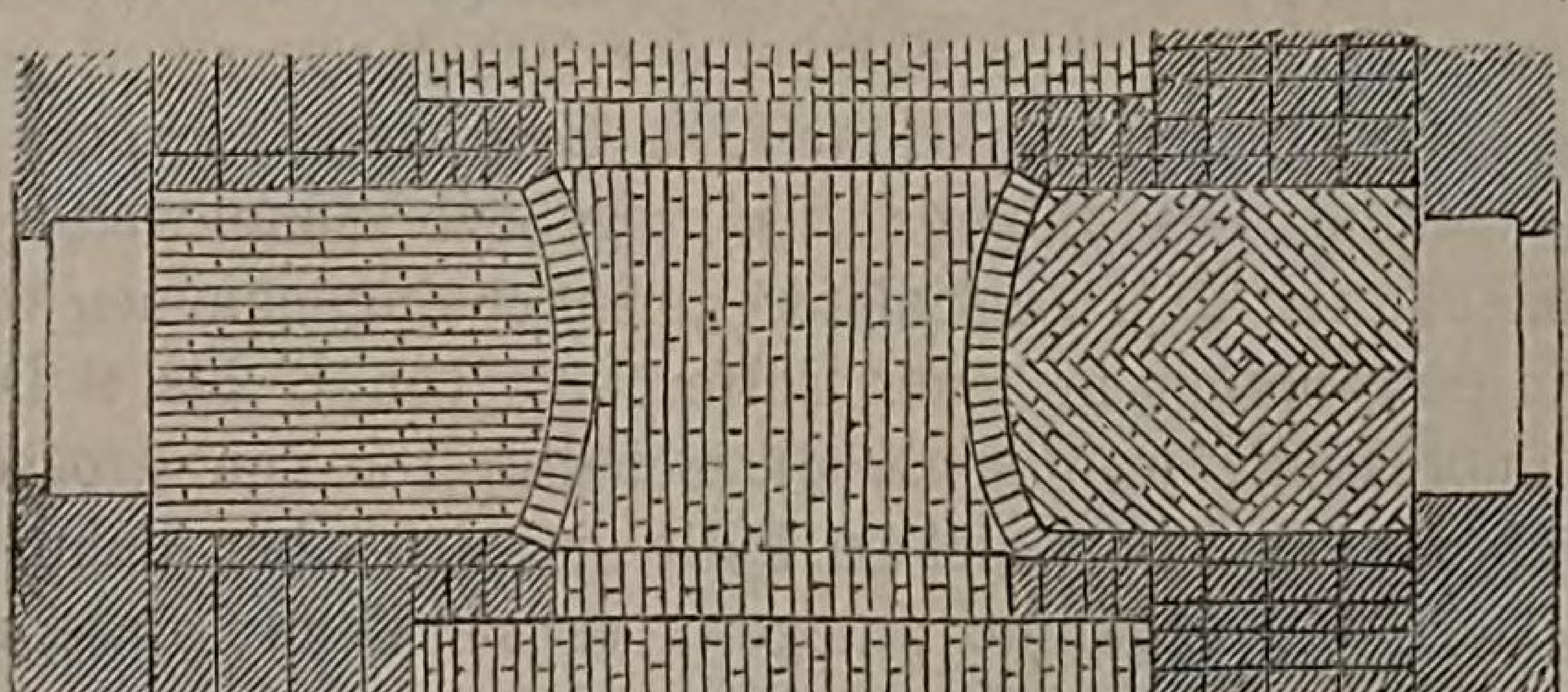
Damit ferner das Lehrgerüst bei der späteren Belastung durch das Gewölbemauerwerk und vor Einsetzen der Schlusssteine des Gewölbes nicht ein- oder durchgedrückt werden kann, wird schon vor Beginn der Mauerung nach der Länge des Gewölbes unter den Scheitel der sämmtlichen Lehrbogen ein Trägerholz gelegt, welches durch lothrechte Stützen unterstützt wird, wie dieses in beistehenden Figuren 169 A B näher angedeutet ist.

Figur 169.

A



B



Bei Aufstellung dieser Stützwand müssen aber die oben erwähnten Holzkeile ebenfalls ihre Anwendung finden, welche bei Ausrüstung des fertigen Gewölbes zuerst beseitigt werden, um dann die Stützwand ohne weitere Schwierigkeit

wegnehmen zu können. Die Anwendung dieser Vorsichtsmaassregel ist durchaus notwendig, weil durch die Gewölbelast die Hölzer stark auf einander gepresst werden, und es ist schon mehrfach vorgekommen, dass, wo diese Unterkeilungen nicht angewendet waren, beim Ausrüsten des Gewölbes einzelne Theile der noch frischen Gewölbemauern sogar in die Höhe getrieben wurden.

Die aufgestellten Lehrbogen werden nunmehr mit möglichst schmalen Schalbrettern von gleicher Stärke (etwa $2^1/_2$ Zentimeter stark) belegt. Man legt jedoch zuerst nur einige Reihen Bretter zu beiden Seiten des Gewölbes, um an beiden Seiten zugleich und gleichmässig fortschreitend von den Kämpfern aus die Gewölbemauerung ausführen zu können.

Die erste Schicht, welche auf dem Widerlager vermauert wird, wird nicht allein dicht gegen die aufgelegten Schalbretter geschoben, sondern sie muss auch gleichzeitig eine solche Lage erhalten, dass die obere Lagerfuge dieser Schicht mit der Richtung des zugehörigen Radius des Bogens zusammenfällt. Da nun die Ziegelsteine, welche gewöhnlich zu der Gewölbemauerung verwendet werden, überall rechtwinkelige Kanten haben, so bestimmt man diese Fugen gewöhnlich und ohne wesentlichen Nachtheil dadurch, dass man den Ziegelstein mit seiner vorderen schmalen Seite vollständig gegen die Schalung legt, wodurch der Stein an seiner hinteren Seite etwas gehoben und der Zwischenraum für die Lagerfuge eine keilförmige Gestalt erhält. Um aber dann hierbei nicht eine zu ungleichmässig starke Kalkfuge zu erhalten und überhaupt, um eine zu erhebliche Ungleichheit in der Stärke der Kalkfugen zu vermeiden, werden die Steine etwas keilförmig behauen. Dieses gilt jedoch nicht nur bei der ersten Schicht, sondern auch bei allen übrigen Schichten des Gewölbes und kann hierdurch nur eine Gleichförmigkeit der sämmtlichen Lagerfugen erreicht werden, welches für die Tüchtigkeit des Gewölbes vom grössten Vortheil ist und bei sonst guter Ausführung und Anordnung des Gewölbes jede Veranlassung zu ungleichen Senkungen aufhebt. Namentlich wird hierdurch auch das Oeffnen der Fugen an der inneren Gewölbefläche verhindert. Die nächstfolgenden Schichten werden ganz in derselben Weise und mit der nächstvorhergehenden Schicht stets in vollständigem Verbande aufgeführt. Der zwischen der Gewölbemauerung oder dem Rücken des Gewölbes und der Widerlagsmauer (Ringmauer) verbleibende Zwischenraum, welcher bei Höherführung des Gewölbes den sogenannten Sack bildet, wird mit der Höherführung der Gewölbschichten gleichzeitig so weit ausgemauert, dass die vollständige Ausmauerung des Sackes des Gewölbes nach Schliessung desselben mit grösster Leichtigkeit ausgeführt werden kann. Wenn hierdurch auch das Lehrgerüst anfänglich gleich etwas mehr belastet wird, welches jedoch, wenn das Gerüste genügend unterstützt ist, ohne allen Nachtheil stattfinden kann, so erhält man dadurch doch den grossen Vortheil, dass dieser Raum in den tieferen Schichten nicht mit Steinschutt, Sand oder Erde ausgefüllt wird und darüber dann einige Schichten Mauerwerk gelegt werden, wodurch aber der beabsichtigte Zweck, ein Ausdrängen der Gewölbeschenkel durch das Gewicht (Last) des Gewölbespiegels zu verhindern, mehr oder weniger nicht erreicht werden würde. Bei höheren grösseren Bogen ist es aber sogar notwendig, dass die Schenkel gleich Anfangs bis zu einer gewissen Höhe hintermauert werden, weil sonst bei Höherführen der Gewölbemauerung die Gewölbeschenkel durch die obere Last leicht herausgeschoben werden können.

Die Mauerabsätze, welche für die später aufzuführenden Gewölbe schon bei der Aufführung der äusseren Ringmauern und der inneren Mauern des

Gebäudes in der festgesetzten Höhe der Widerlager als solche liegen bleiben, sind in den meisten Fällen nur einen halben Stein stark, und es werden daher dann die Gewölbe auch gewöhnlich mit einer Läuferschicht angefangen. Diese Läuferschichten behält man auch bei Weiterführung des Gewölbes bei, wenn dasselbe nur eine verhältnissmässig geringe Spannweite erhält, und wenn bei Aufführung des Gewölbes noch Verstärkungs- oder Gurtbogen hergestellt werden, wie dieses auch in vorhergehender Figur dargestellt.

Erhält das Gewölbe eine grössere Spannweite, so werden die nächstfolgenden Schichten der unteren Kämpferschicht nicht mehr Läuferschichten, sondern man wendet statt der Läufer Strecker an und lässt dann die einzelnen Schichten bis unmittelbar gegen die Widerlagsmauern stossen, und zwar findet dieses so lange statt, bis die Stärke der Gewölbemauerung gleich einer Steinlänge wird. In dieser Stärke führt man dann die Gewölbeschenkel bis zu $^1/_4$ besser bis zu $^1/_3$ der Länge der Wölbungslinie auf. Der obere Theil oder der Spiegel des Gewölbes wird dagegen in der Stärke der halben Steinlänge und zwar mit Läuferschichten ausgeführt. Auch in diesen Fällen werden die untersten Schichten der Gewölbesäcke gleichzeitig mit der Gewölbemauerung hergestellt. Ferner ist zu bemerken, dass auch in denjenigen Fällen, wo die Gewölbeschenkel in der Stärke eines ganzen Steins ausgeführt werden, die Anordnung von Gurtbogen zweckmässig ist; wenn das Gewölbe eine grössere Länge erhält, so ist die Herstellung dieser Gurt- oder Verstärkungsbogen sogar notwendig, auch selbst dann, wenn die Gewölbe eine geringere Spannweite erhalten.

Sollen die Gewölbe in ihrer ganzen Ausdehnung in der Stärke eines ganzen Steins hergestellt werden, so ist es jedenfalls notwendig, dass auch die Mauerabsätze, welche die Kämpfer der Gewölbe bilden, eine grössere Breite erhalten, als oben angegeben ist. Da hierüber aber vor Beginn des Baues schon Bestimmungen getroffen werden müssen, so ist es notwendig, dass bei Anlage der Umfangsmauern gleich darauf Rücksicht genommen wird. Die geringste Breite der hierzu erforderlichen Mauerabsätze sollte nicht weniger als $^3/_4$ der Steinlänge betragen und würden dann bei der Aufführung die Widerlagsmauern an der inneren Seite gleich um soviel als erforderlich zu verstärken sein. Uebrigens kann bei diesen Gewölben die Anwendung von Verstärkungs- oder Gurtbogen ebenfalls erforderlich werden.

Bei Anwendung dieser Gurtbogen treten dieselben nur an der äusseren Gewölbefläche, am Rücken des Gewölbes vor. Wollte man dieselben nach Innen vortreten lassen, so würde dadurch nicht nur die Herstellung des Lehrgerüstes erschwert werden, sondern es würde auch die Ausführung der Gewölbemauerung nicht mit der gehörigen Sorgfalt und Genauigkeit beschafft werden können, und würde es in diesem Falle jedenfalls vorzuziehen sein, die Gurtbogen vorher selbstständig für sich aufzuführen und die Gewölbemauerung später stumpf gegen dieselben zu stossen, wodurch aber wieder der beabsichtigte Zweck, eine möglichste Verstärkung des Gewölbes herzustellen, verloren gehen würde; es ist daher zur Erreichung des beabsichtigten Zweckes und zur Erleichterung der Arbeit, die Herstellung der an der äusseren Gewölbefläche vortretenden Gurtbogen in jeder Hinsicht vorzuziehen. Diese äusserlich vortretenden Gurtbogen werden gleichzeitig mit dem übrigen Gewölbemauerwerk und in vollständigem Verbande damit aufgeführt. In den gewöhnlichen Fällen, wo die Stärke des Gewölbes nur gleich der halben Steinlänge ist, werden die Gurtbogen gewöhnlich nur einen Stein stark und einen Stein hoch. Beträgt

aber die Stärke des Gewölbes einen ganzen Stein, so werden die Gurtbogen $1^1/_2$ Steine stark und $1^1/_2$ Steine hoch. Die Entfernung der Gurtbogen von einander beträgt je nach der Grösse des Gewölbes 1,25 bis 2 Meter.

Um hierbei nun eine möglichste Gleichmässigkeit der Kalkfugen zu erhalten, ist es erforderlich, dass jede einzelne Schicht etwas keilförmig behauen werde, weil sonst die Fugen in dem vortretenden Theil der Gurtbogen leicht zu stark werden, und diese bei einer Pressung nach Wegnahme des Lehrgerüstes zu bedeutend nachgeben würden, wodurch aber dann der beabsichtigte Zweck, Erreichung einer Verstärkung des Gewölbes mehr oder weniger unerfüllt bleiben würde. Uebrigens kann man auch zweckmässig zu den oberen Läufern in den Gurtbogen, sowie auch zu den Streckern in dem oberen Theil des Bogens dickere Steine verwenden, wodurch dann das keilförmige Behauen der übrigen Steine in der Gewölbemauerung mehr oder weniger überflüssig gemacht werden würde. In der Ausführung findet man nicht selten, dass die Arbeiter die zu starken Kalkfugen mit dünnen Steinabfällen auszwicken. Solche Arbeiten sollten aber durchaus nicht geduldet werden, weil dadurch die Gleichförmigkeit in der Mauerung gänzlich aufhört und ungleiche Pressungen entstehen, die für die Festigkeit des Gewölbes im höchsten Grade nachtheilig werden können.

Um die Kalkfugen bei Aufführung von Gewölben gleichmässig zu erhalten, welches für die spätere Festigkeit des Gewölbes jedenfalls von grossem Vortheil ist, ist es zweckmässig, jede einzelne Schicht nach einer durchgespannten Schnur zu vermauern, welches nur einen sehr geringen Zeitaufwand mehr erfordert, als wenn dieses nicht geschieht. Ferner ist aber auch notwendig, die Brettschalung des Lehrgerüstes, worauf gemauert wird, von allem Steinschutt rein zu erhalten.

Wo das Gewölbe gegen die Stirnmauer trifft, wird die Gewölbemauerung stumpf gegen dieselbe gestossen. Die Wölbscheibe oder der Mauerabsatz unterhalb des Gewölbes wird zweckmässig erst später und zwar nach Wegnahme des Lehrgerüstes bis unter das Gewölbe aufgemauert, damit bei einem Setzen des Gewölbes, welches nach Wegnahme des Lehrgerüstes jedenfalls, wenn auch nur in geringem Grade erfolgt, dieser Theil der Gewölbmauerung sich nicht auf der Wölbscheibe stützen, sondern mit dem übrigen Mauerwerk sich ebenfalls setzen kann.

Ist das Gewölbe vollständig geschlossen, so werden zunächst die sämmtlichen Holzkeile unter den verschiedenen Lehrbogen herausgenommen, wodurch das Lehrgerüst sich etwas senkt und nunmehr das Gewölbe schwebend wird. Hierauf wird das Gewölbe auf seiner äusseren Oberfläche mit Gussmörtel ausgegossen, welches zum Zweck hat, dass sämmtliche Fugen des Gewölbes möglichst vollständig mit Mörtel ausgefüllt werden; dessgleichen werden aber hierdurch auch die nach Wegnahme der Holzkeile unter den Lehrbogen etwa entstandenen kleineren Bruchfugen im Gewölbemauerwerk wieder ausgefüllt und somit eine gleichmässige Pressung in den Fugen möglichst wieder hergestellt. Hierauf werden die Gewölbesäcke vollständig ausgemauert und zwar mindestens bis zu $^1/_3$ der Höhe des Gewölbes. Um aber hierbei an Material zu sparen, kann man diese weitere Hintermauerung aus einzelnen Gurtmauern bestehen lassen, die in der Stärke eines Steins und in Entfernungen von drei Steinlängen von einander bis fast zur Höhe des Gewölbescheitels aufgeführt werden. Die hier entstehenden Zwischenräume in den Gewölbesäcken werden dann mit reinem Sande ausgefüllt, um keine Veranlassung zu späterer

Schwammbildung zu geben. Ist die Hintermauerung vollständig hergestellt, so wird das Lehrgerüst, welches nach Beseitigung der unter den Lehrbogen gelegt gewesenen Holzkeile schon nicht mehr stützte, gänzlich weggenommen.

Werden nach der Richtung der Länge eines Tonnengewölbes oberhalb der Kämpfer Fenster- oder Thüröffnungen angeordnet, so muss das Gewölbe an diesen Stellen unterbrochen, und dann die hierdurch in dem Gewölbe entstehenden Oeffnungen durch besondere kleinere Wölbungen geschlossen werden, welche letztere man Stichkappen nennt.

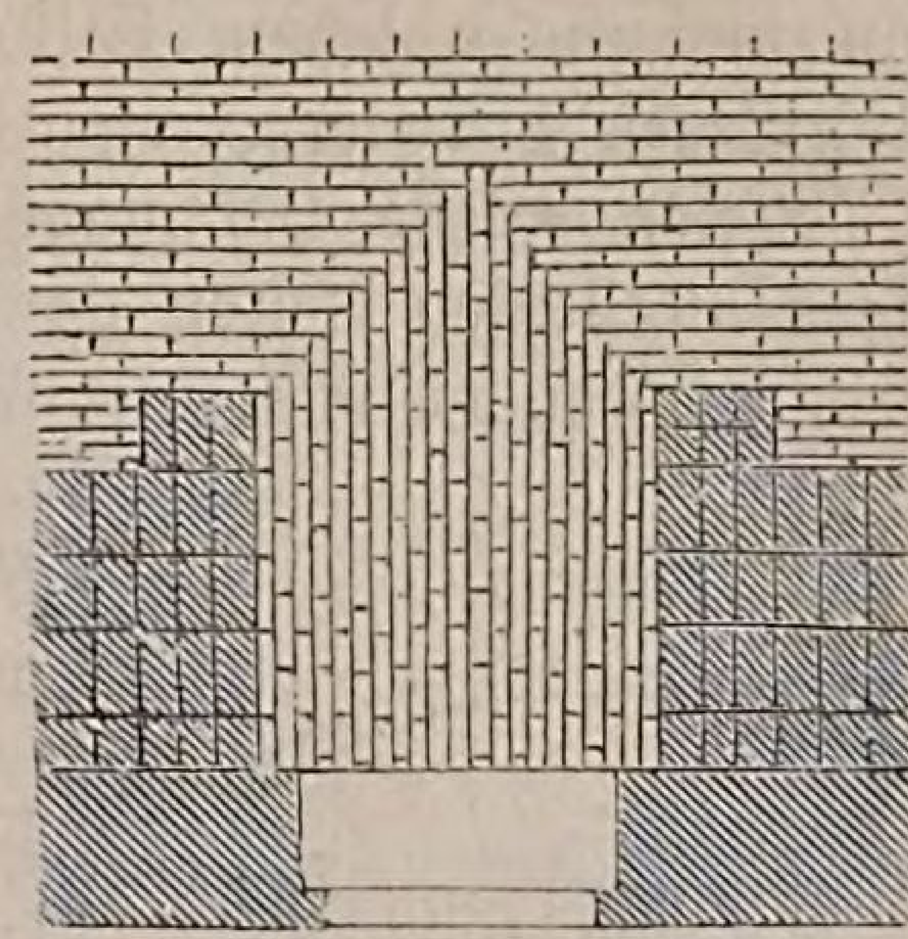
Es werden zu dem Zwecke, wie aus obiger Figur ersichtlich, die in dem Gewölbe herzustellenden Oeffnungen in der Weite des Fensters oder der Thür an beiden Seiten mit einer lothrechten Gewölbehintermauerung, deren äussere Fläche mit der Flucht der Gewölbestirn an dieser Stelle zusammentrifft, versehen und diese Hintermauerung bis zu der Höhe der Stichkappe aufgeführt, für welche sie das Widerlager bildet. Ist das Gewölbe mit seiner Hintermauerung bis zu der Höhe aufgeführt, wo die Stichkappe sich dem Gewölbe anschliessen soll, so wird die Stichkappe eingerüstet und die zugehörige Verschalung bis auf die Schalbretter des Hauptlehrgerüstes gelegt, wo dann die einzelnen Bretter, um richtig auf der unteren Schalung aufliegen zu können, an diesem Ende an der unteren Seite zugeschärft werden müssen. Wird diese Arbeit mit der gehörigen Sorgfalt ausgeführt, so ergibt sich auch schon daraus auf der unteren Schalung die Bogenlinie, mit welcher die Stichkappe in das Gewölbe einschneidet. Nach dieser Bogenlinie wird dann in der Gewölbemauerung ein sogenannter Stichbogen oder Kranz eingemauert, welcher an seinen Schenkeln seine Widerlager in der Gewölbemauerung selbst erhält. Aeusserlich gegen diesen Stichbogen schliessen die Schichten des Gewölbes wieder unmittelbar an. An der inneren Seite wird der Stichbogen nach oben hin etwas abgeschrägt zugehauen, um für die später einzuwölbende Stichkappe gleichfalls als Widerlager zu dienen.

Die Stichkappen, welche stets nur sehr flach werden und höchstens $^1/_4$ der lichten Kappenbreite zur Bogenhöhe erhalten, können auf verschiedene Art eingewölbt werden.

Man wölbt sie entweder nach Art der Tonnengewölbe mit durchlaufenden den Widerlagern parallelen Schichten, wie dieses in der Figur bei f angedeutet ist, oder man wölbt sie auf den Schwalbenschwanz oder auf den Stich, wie bei g daselbst angegeben ist. Diese letztere Art der Wölbung unterscheidet sich sehr wesentlich von der ersteren, indem bei derselben aus den vier Ecken zugleich mit der Mauerung angefangen wird und zwar die Schichten nach diagonaler Richtung gestellt werden und in dieser Weise bis zum Schluss der Kappe fortgefahren wird, wobei sich zuletzt ein viereckiger Schlussstein ergibt. Jede einzelne Diagonalschicht bildet hier einen für sich geschlossenen Bogen, wo dagegen bei der in f angegebenen Art der Mauerung eine ganze Reihe von Schlusssteinen erforderlich ist. Bei dieser Anordnung des Stichbogens sind übrigens beide Arten der Stichkappenmauerung anwendbar.

Die Stichkappen kann man aber auch unter Hinweglassung der oben erwähnten Stichbogen herstellen, indem man die Widerlager der Stichkappe und das Hauptgewölbe bis zum Anfange der Stichkappe aufführt und alsdann die einzelnen Schichten derselben mit den Gewölbeschichten auf den Grat zusammentreffen lässt, wie dieses in nebenstehender Figur 170 näher angedeutet ist.

Figur 170.

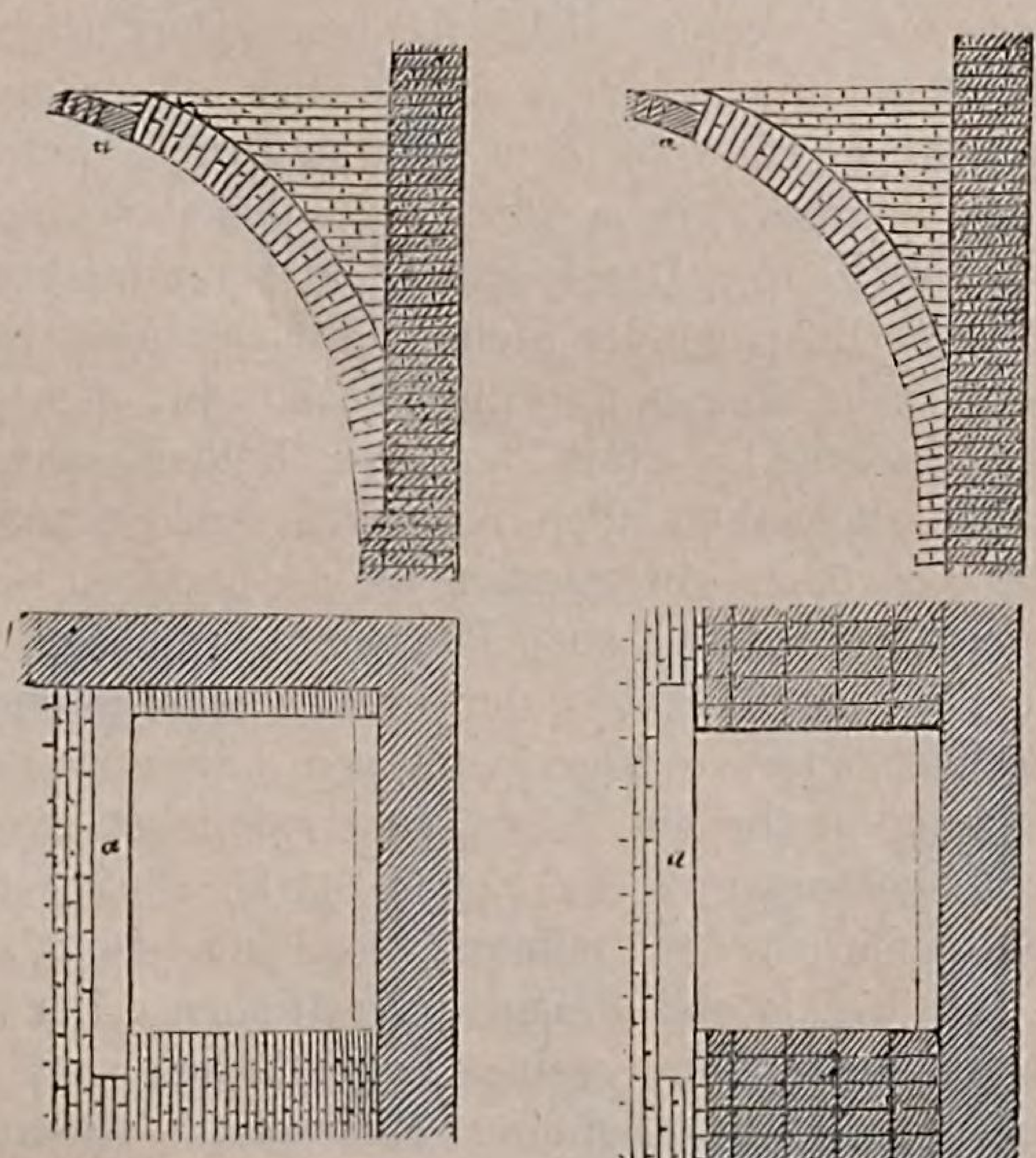


Bei dieser Anordnung kann die Stichkappe aber nur in der Art eingewölbt werden, dass die Schichten derselben parallel mit den Widerlagern gemauert werden. Diese Anordnung findet man vielfach angewendet und bietet deren Ausführung auch keinerlei Schwierigkeit dar.

Es kommt sehr häufig vor, dass in solchen Tonnengewölben Oeffnungen hergestellt werden müssen, die entweder zur Anlage von Treppen oder zu Windeluken dienen sollen. Wird eine solche Oeffnung unmittelbar neben einer äusseren Umfangsmauer angelegt, so kann man ganz in derselben Weise verfahren, wie dieses bei Herstellung der Stichbogen zu Stichkappen, jedoch dann in grösserer Ausdehnung erforderlich ist. Statt des Stichbogens, welcher hier schon eine grössere Höhe wegen der grösseren Länge der Oeffnung erhalten müsste, legt man zur Erhaltung einer regelmässigen Begrenzung entweder einen in der ganzen Länge der Oeffnung durchstreckenden und an beiden Enden noch mindestens 30 Zentimeter in die Gewölbemauerung eingreifenden Sandstein oder Granitstein von genügender Stärke und mindestens der Höhe der Gewölbemauerung, gegen welchen dann der obere Theil des Gewölbes in der Weite der Oeffnung sich unmittelbar stützt. Statt eines solchen Steins wendet man häufiger ein starkes Stück Eichenholz an. In beistehenden Figuren 171 A B C D ist diese Anordnung näher dargestellt.

Figur 171.

A *B* *C* *D*

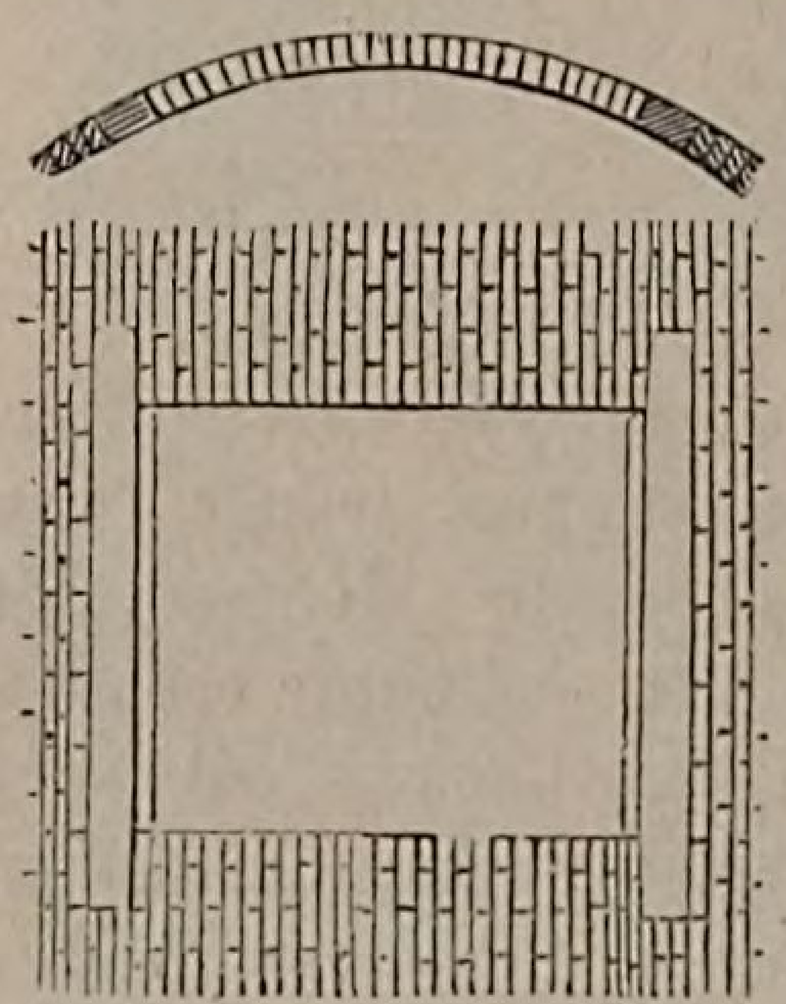


Es kann hier a entweder aus Stein oder Eichenholz bestehen. Es ist aber in einem solchen Falle das Holz immer vorzuziehen, vorausgesetzt, dass es genügend stark genommen wird, weil dasselbe bei etwa entstehenden Erschütterungen nicht so leicht bricht, wie dieses bei Anwendung von Sandstein

oder Granit in der Länge, wie hier erforderlich ist, sehr leicht vorkommen kann und in welchem Falle dann die Erneuerung eines solchen Steins stets mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist.

Sollen solche Oeffnungen im Scheitel eines Gewölbes hergestellt werden, sodass an beiden Seiten der Oeffnung die Gewölbemauerung gestützt werden muss, so wendet man ebenfalls am zweckmässigsten das Eichenholz an.

Figur 172.



In nebenstehender Figur 172 ist ein solcher Fall angegeben, der aber einer weiteren Erklärung nicht bedarf.

Was das Einsetzen der Schlusssteine bei Gewölben betrifft, so hat man zunächst darauf zu sehen, dass dieselben nicht zu dünne werden. Es ist zwar immer einigermaassen schwierig, schon vorher die einzelnen Schichten genau zu bestimmen, und daher kommt es auch sehr häufig vor, dass für den Schlussstein des Gewölbes soviel Raum übrig bleibt, dass man entweder zwei sehr dünne Schichten oder eine sehr starke Schicht einsetzen muss. Zu letzterer hat man aber in den seltensten Fällen die passenden Steine und den Schluss aus zwei dünneren Schichten bestehen zu lassen, ist auch nicht immer zweckmässig und dann auch nur bis zu einem bestimmten Grade zulässig.

Eine Hauptsache ist immer, dass die Schlusssteine an ihren Lagerfugen möglichst genau zugehauen werden und ist es keineswegs zulässig, dass man beim Behauen der Steine etwa vorkommende grosse Vertiefungen in den Steinflächen mit Mörtel ausfüllt, weil dieser dem Druck des Gewölbes bei Wegnahme des Lehrgerüstes durchaus nicht in dem erforderlichen Grade widersteht. Sind die Schlusssteine nur sehr dünne und ausserdem auch noch sehr unregelmässig behauen, so kann bei dem starken Druck, welchen das Gewölbe nach Entfernung des Lehrgerüstes ausübt, ein solcher Schlussstein durch den dann ungleich darauf wirkenden Druck sehr leicht zersprengt werden. Kleinere Unebenheiten sind beim Behauen der Steine durchaus nicht zu vermeiden und sind diese auch, wenn die Fugen nur hinreichend mit dem Mörtel ausgefüllt sind, ohne grossen Nachtheil. Statt der zwei Reihen sehr dünner Schlusssteine kann man aber auch ohne allen Nachtheil den Schluss aus einer Reihe nach der Quere des Gewölbes eingesetzter Steine bestehen lassen, ohne dass man hierbei auf den Steinverband eben Rücksicht zu nehmen hat, wenn dieser in den übrigen Theilen des Gewölbes nur immer gehörig eingehalten ist.

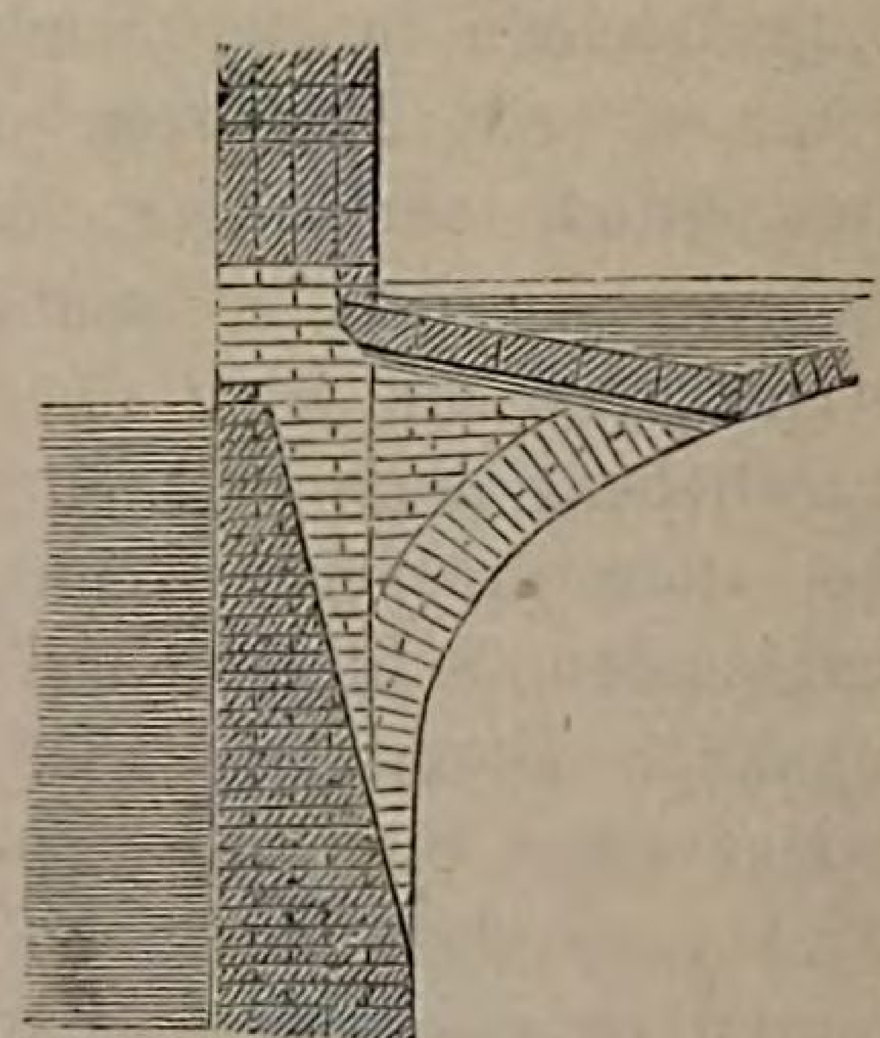
Jeder Schlussstein muss so zugerichtet sein, dass er beim Einpassen in die zugehörige Oeffnung an beiden Seiten eine möglichst regelmässige Lagerfuge von etwa 8 bis höchstens 9 Millimeter Stärke übrig lässt. Es werden dann die beiden Seitenflächen der Oeffnung, nachdem sie mit Wasser gehörig angefeuchtet sind, mit Kalkmörtel dünne eingestrichen. Der Schlussstein wird ebenfalls stark angefeuchtet und seine Fugenflächen mit Kalkmörtel eingestrichen und hiermit in die Oeffnung eingesetzt. Hierauf wird er dann unter Anfeuchten mit Wasser durch einige leichte Hammerschläge (mit dem Mauerhammer) vollends heruntergetrieben. Damit aber hierbei der Stein nicht zerschlagen wird, legt man der Länge nach über denselben ein dünnes und schmales Lattenholz, auf welches die Hammerschläge gegeben werden. Ist der Schlussstein in seine richtige Lage gekommen, so werden gleich darauf

die Lagerfugen vollständig mit Mörtel ausgegossen. Es ist jedenfalls sehr zweckmässig, wenn man dem beim Einsetzen des Schlusssteins zu verwendenden Mörtel einen etwas grösseren Zusatz von Kalk gibt, also denselben etwas fetter macht, als den gewöhnlichen Mörtel, damit derselbe, wenn er mit den Ziegelsteinen in Berührung kommt, nicht gleich so stark anzieht, welches letztere beim Einsetzen des Schlusssteins mehr Schwierigkeit verursacht und namentlich verhindert, dass die Fugen möglichst gleichmässig voll werden. Sehr verwerflich ist immer das starke Eintreiben eines Schlusssteins, selbst wenn auch ein Holz über denselben gelegt wird, worauf die Hammerschläge geschehen; denn erstlich kann man hierbei mit Sicherheit darauf rechnen, dass bei dem grösseren Widerstande der Mörtel an den Seitenflächen des einzutreibenden Schlusssteins als auch an den Seitenflächen der Oeffnung fast gänzlich abgerieben wird und in Folge dessen die Fugen wenigstens theilweise offen bleiben werden; ferner kommt aber noch sehr häufig dabei der Fall vor, dass der Stein durch das gewaltsame Eintreiben zersprengt wird und dann nach Entfernung des Lehrgerüstes die einzelnen Steinstückchen an der inneren Gewölbefläche mit Leichtigkeit herausgezogen werden können. Um derartige entstandene Fehler dann zu verbergen, werden von den Arbeitern an der inneren Gewölbefläche die offenen Fugen wieder mit Mörtel ausgestrichen und kleinere Steinzwicken eingedrückt, um die fehlerhaften Schlusssteine zu befestigen und zu erhalten. Dass jedoch solche Ausführungen nur zum grössten Nachtheil für die Festigkeit des Gewölbes stattfinden können, liegt auf der Hand und bedarf keiner weiteren Erklärung. Eine der häufigsten Folgen der fehlerhaften Einsetzung der Schlusssteine bei Tonnengewölben ist das Oeffnen der Fugen an der inneren Gewölbefläche im Scheitel selbst oder in der unmittelbaren Nähe desselben, welches sich dann dadurch zeigt, dass Risse, nicht selten nach der ganzen Länge des Gewölbes im Scheitel und in den diesem zunächst liegenden Schichten entstehen, welches unbedingt eine ungleiche Pressung des Gewölbes anzeigt.

Die Tonnengewölbe verursachen bei Kelleranlagen in ihrer Ausführung manche Unbequemlichkeiten und namentlich wird auch durch dieselben der von ihnen eingeschlossene Raum sehr erheblich beschränkt und findet dieses mehr oder weniger statt, je nachdem die Bogenlinie ein Halbkreis oder eine Ellipse ist. Denn wenn im Scheitel eines solchen überwölbten Raumes auch eine genügende Höhe vorhanden ist, um aufrecht darunter stehen oder arbeiten zu können, so wird doch diese Höhe nicht weit von der Mittellinie des Gewölbes gegen die Widerlagsmauern zu, namentlich wenn die Kämpfer desselben nur in geringer Höhe über dem Fussboden des Kellers sich befinden, so gering, dass man daselbst gar nicht mehr aufrecht stehen kann. Ferner wird aber auch bei dieser Anordnung das Aufstellen oder Lagern grösserer Gefässe oder Gegenstände dicht an den Widerlagsmauern gänzlich verhindert. Soll nun ein solcher nachtheiliger Umstand, wodurch jedenfalls viel sonst nutzbarer Raum verloren geht, einigermaassen gehoben werden, so müssen schon die Kämpfer des Gewölbes bedeutend höher über dem Fussboden des Kellers angelegt werden, wodurch aber dann in gleichem Verhältniss die Kellerhöhe im Scheitel des Gewölbes zunimmt und gleichzeitig auch ein bedeutend höherer Kostenaufwand in Folge der alsdann notwendigen Höherführung der Umfangsmauern bedingt wird. Ebenso verursacht auch, wenn die Kellergewölbe nur wenig über der Erde liegen, die Herstellung von Fenster und Fensterkappen (Stichkappen), sowie von Kellereingängen manche Schwierigkeiten und namentlich

findet dieses in hohem Grade statt, wenn die Kellergewölbe mit ihrem Scheitel unter dem Niveau des äusseren Terrains liegen und es nicht gestattet ist, ausserhalb der Umfangsmauern vorliegende ummauerte Erdeinschnitte herstellen zu können. Ein solcher Fall ist in nebenstehender Figur 173 dargestellt, welcher aber keiner weiteren Erklärung nach dem Bisherigen bedarf.

Figur 173.



Diesen erwähnten Nachtheilen und Unbequemlichkeiten kann man mehr oder weniger dadurch aus dem Wege gehen, wenn man statt der oben beschriebenen Tonnengewölbe sogenannte Kappengewölbe anwendet. Diese Kappengewölbe, wovon im folgendem Paragraph die Rede sein soll, sind zwar nicht so stark und bieten auch bei etwa stattfindendem Brande keineswegs die Sicherheit, als diese bei den Tonnengewölben vorhanden ist, indem sie wegen ihrer grösseren Leichtigkeit durch schwere herunterfallende Körper weit eher durchschlagen werden können; aber nichtsdestoweniger verdienen sie doch, wo solches weniger zu befürchten steht, als z. B. in Wohnhäusern oder in solchen Gebäuden, wo sie eigentlich nur als Decken dienen sollen, um mehr Feuersicherheit zu gewähren, wegen des grösseren Raums, welchen sie geben, sowie auch wegen ihrer grösseren Leichtigkeit den Vorzug vor den Tonnengewölben. Dagegen in Pack- oder Lagerhäusern, wo die Gewölbe nicht allein zur Trennung der Stockwerke, sondern ausserdem auch zur unmittelbaren Unterstützung der darüber liegenden Fussboden dienen und somit schwere Lasten zu tragen bestimmt sind, ferner auch durch Umkippen von Fässern oder Kisten mannichfache Erschütterungen zu erleiden haben, sind die Kappengewölbe weniger anwendbar, oder es müsste über denselben zur Unterstützung der Fussboden noch eine vollständige Balkenlage hergestellt werden. In solchen Fällen sind daher die Tonnengewölbe, wenn auch in veränderter Gestalt, wie bisher beschrieben und wovon weiter unten die Rede sein wird, jedenfalls vorzuziehen.

§ 51. Die Kappengewölbe.

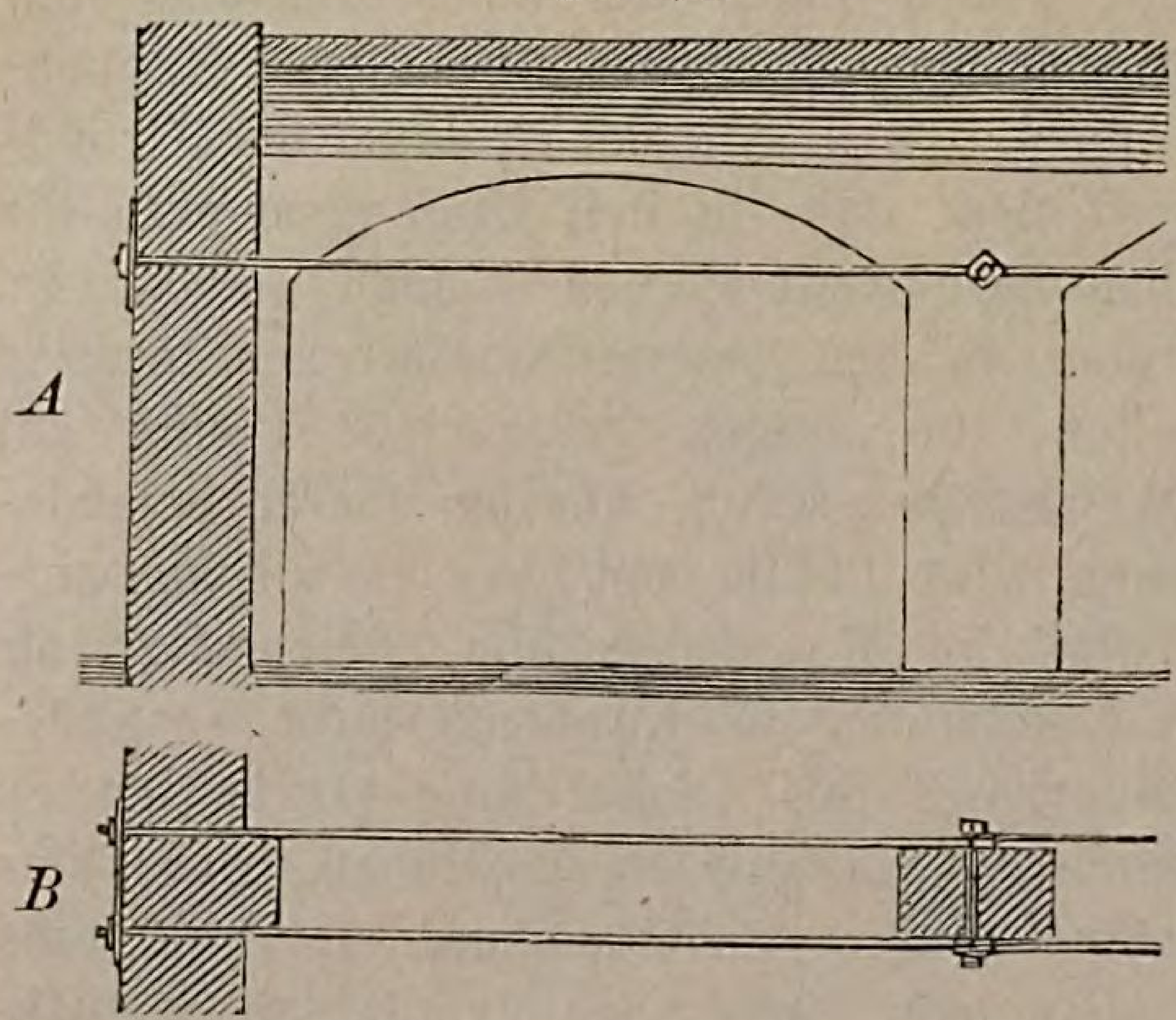
Die Kappengewölbe werden, wie schon oben angeführt wurde, stets nur nach einem Kreisbogenstück ausgeführt und daher verhältnissmässig immer nur sehr flach, wesshalb diesen Gewölben auch keine sehr bedeutende Spannweite gegeben werden darf, wenn man sie für die gewöhnlich vorkommenden Fälle in Anwendung bringen will.

Ist nun der zu überwölbende Raum von nur geringer Breite, so werden die Umfangsmauern, vorausgesetzt, dass sie eine hinreichende Stärke haben, dem Gewölbeschub widerstehen zu können, gleichzeitig als Widerlagsmauern benutzt, ohne dass eine Theilung des Raumes durch Zwischenmauern erforderlich wird. Ist aber der Raum, welcher überwölbt werden soll, zu breit, als dass derselbe ohne grosse Schwierigkeiten und ohne Gefahr mit einem einzigen Kappengewölbe überspannt werden könnte, so muss man diesen Raum durch Zwischenmauern oder durch aufzumauernde Pfeiler und dazwischen herzustellende Gurtbogen oder durch andere diese ersetzende Konstruktionen in kleinere Abtheilungen theilen, wo dann diese verschiedene Konstruktionsausführungen als innere Widerlager für die herzustellenden Kappengewölbe dienen.

Bei neuaufzuführenden Gebäuden, welche ganz oder auch theilweise nur unterkellert und die einzelnen Räume des herzustellenden Kellers mit Kappengewölben überwölbt werden sollen, muss gleich bei der Anlage der Grundmauern darauf Rücksicht genommen werden, dass in den Umfangsmauern die gehörigen Widerlager zu den Gewölben hergestellt werden können und ferner, dass an denjenigen Stellen, wo darüber in den oberen Stockwerken massive Scheidemauern hergestellt werden sollen, die nötigen gemauerten Pfeiler mit dazwischen aufgeführten Gurtbogen hergestellt werden, um den oberen Scheidemauern dann als Untergrund zu dienen. Die Pfeiler mit den dazwischen aufgeführten Gurtbogen dienen dann für die Kappengewölbe gleichzeitig als Widerlager. Man darf unter keinen Umständen die Kappengewölbe dazu benutzen, um etwa an Kosten für Mauerung der Pfeiler und Gurtbogen zu sparen, oder um Raum im Keller durch Weglassung zu gewinnen, dass man der Länge oder der Quere nach darüber massive Scheidemauern aufführt, und am gefährlichsten ist es jedenfalls, wenn man diese nach der Länge des Gewölbes darüber aufführt, weil in den meisten Fällen die Kappengewölbe zu schwach aufgeführt werden, um eine solche Last auch nur mit einiger Sicherheit tragen zu können. Eine solche Anordnung ist selbst bei Tonnengewölben, die doch in jeder Hinsicht viel stärker ausgeführt werden, schon sehr gefährlich und kann dieselbe hier schon sehr leicht Veranlassung zu sehr nachtheiligen Senkungen der darüber aufgeführten Mauer geben, namentlich wenn diese nach der Richtung der Längenaxe des Gewölbes aufgeführt wird, um wie viel mehr wird also dieses bei den bedeutend leichter konstruirten Kappengewölben der Fall sein. Es müssen daher die erwähnten Gurtbogen der Stellung der oberen Scheidemauern durchaus angepasst werden, es sei denn, dass diese Wände nicht massiv ausgeführt werden, sondern von Holz nach Art der gesprengten Wände hergestellt werden sollen. Ergeben sich dann hierbei die einzelnen zu überwölbenden Räume dennoch zu gross, so werden sie der grösseren Sicherheit wegen noch durch Zwischengurtbogen oder durch andere denselben Zweck entsprechende Konstruktionen in kleinere Abtheilungen gebracht.

Die Gurtbogen werden je nach ihrer Spannweite und Höhe, sowie nach Verhältniss der Grösse der einzuwölbenden Kappen in einer Stärke von mindestens einen ganzen Stein ausgeführt. Bei grösseren Kappen nimmt man aber schon selbstredend die Stärke der Pfeiler und Gurtbogen zu $1^1/_2$ bis 2 Steinen und die Höhe der Gurtbogenmauerung je nach Erforderniss zu $1^1/_2$ bis 2 Steinen an. Die Gurtbogen erhalten die Hälfte oder den dritten Theil, wenigstens aber den fünften Theil ihrer lichten Weite zur Bogenhöhe und muss hierbei die Ausführung so getroffen werden, dass die Widerlager dieser Bogen nicht ausgeschoben werden können, weil dieses einen Einsturz der später eingewölbten Kappen sehr leicht zur Folge haben kann. Dieses kann nur dadurch erzielt werden, dass man die Mauern, welche den Gurtbogen als Widerlager dienen, verstärkt, indem bei Aufführung der Grund- und Kellermauern gleichzeitig mit diesen vortretende Mauerpfeiler von 1 bis 2 Steinen Länge oder darüber und in der Stärke der Gurtbogen in Verband aufgemauert werden, oder wenn die Mauern sonst stark genug sind, dem Bogenschube widerstehen zu können, lässt man derartige Pfeiler nur zum besseren Anfange des Bogens etwas vortreten und dann mindestens um die halbe Steinlänge. Dass man diese Pfeiler aber ganz weglässt, ist durchaus nicht zweckmässig, weil dann das Widerlager des Bogens ganz in die Mauer eingeschlagen werden muss, wodurch aber unbedingt eine sehr bedeutende Schwächung der Mauer an dieser

Figur 174.



Stelle entsteht. Man kann aber das Ausschieben der Widerlager bei zu schwachen Mauern auch sehr zweckmässig durch eiserne Verankerungen verhindern. In nebenstehenden Figuren 174 A B ist eine solche Verankerung näher angedeutet.

Bei einer solchen Verankerung, wo es namentlich auf Verstärkung der Widerlager der Gurtbogen ankommt, ist es jedenfalls am zweckmässigsten und vortheilhaftesten, wenn man die Ankerstangen ausserhalb, zu beiden Seiten des Gurtbogens anbringt und nicht, wie sehr häufig geschieht, diese Verankerung aus einer einzelnen Stange bestehen lässt, die in der Mitte der Bogenmauerung durch diese durch geht und dann inmitten des Pfeilers selbst an einer vertikal stehenden eingemauerten eisernen Stange befestigt wird. Eine solche Verankerung stört den Verband des Mauerwerks im höchsten Grade, wie dieses auch schon weiter oben erwähnt worden ist, und zwar findet diese Störung nicht nur im Pfeilermauerwerk, sondern namentlich in der Bogenmauerung statt, indem die Ankerstange in beiden Schenkeln des Bogens verschiedene Schichten durchschneidet und somit diese einzelnen Schichten notwendig stark verhauen werden müssen und der Verband an dieser Stelle sehr erheblich gestört wird und förmlich aufhört. Auf die Festhaltung eines Mittelpfeilers kommt es hier durchaus nicht an, denn derselbe erhält von beiden Seiten her gleichen Druck und ist es nur notwendig, eine tüchtige Verbindung der Ankerstangen hier herzustellen, welches man dadurch erlangt, dass die Ankerstangen mit starken Oesen an ihren Enden auf eine auf dem Mittelpfeiler horizontal liegende starke Eisenstange aufgeschoben werden. Diese Stange wird fest vermauert, ohne dass aber dadurch der Mauerverband des Pfeilers gestört wird, indem diese Stange in einer durchgehenden etwas vergrösserten Stossfuge liegt und die betreffende Schicht durchaus nicht überragt.

Was die inneren Gurtbogenpfeiler betrifft, so erhalten diese dieselbe Stärke, welche die Gurtbogen erhalten sollen. Die Breite dieser Pfeiler wird am zweckmässigsten mindestens gleich $1\frac{1}{2}$ Mal der Höhe der Gurtbogenmauerung; diese Breite hängt jedoch wesentlich auch von derjenigen Tiefe ab, mit welcher die Widerlager der Gurtbogen in die Pfeilermauerung einschneiden. Die Gurtbogen dürfen nicht in ihren Widerlagern zusammentreffen und am wenigsten darf dieses stattfinden, wenn noch darüber Mauern höher aufgeführt werden sollen. Kann man die Pfeiler aus Sandstein oder Granit herstellen, so wird die Breite der Pfeiler zwar erheblich geringer angenommen werden können, sie darf aber nicht geringer als die Stärke der Gurtbogen angenommen werden. Diese Pfeiler müssen dann in ihrer ganzen Höhe aus einem einzigen Stein bestehen, namentlich dann, wenn dieselben dazu bestimmt sind, später ausser der Gewölbelast noch weitere schwere Belastungen zu tragen. Hier ist eine solche Bestimmung desshalb notwendig, weil, wenn der Pfeiler der Höhe nach aus mehreren Stücken zusammengesetzt wird, die Fugen derselben

nie so genau zu bearbeiten sind, dass in der ganzen Fugenfläche ein gleichmässiger Druck erhalten wird, selbst wenn auch die Steine mit stark bindendem Mörtel versetzt werden; denn durch diesen Mörtel wird noch keineswegs verhindert, dass, wenn kleine Erhabenheiten an irgend einer Stelle des einen oder anderen Steins vorhanden sind, diese einen grösseren Druck erleiden als andere minder erhabene Stellen und dadurch bei schwerer Belastung sehr leicht eine Sprengung der Steine erfolgt, welches dann unter Umständen sehr gefährlich werden kann. Bei vollen Mauern, wo die Last über eine grössere Fläche vertheilt wird und wobei also niemals ein so starker Druck entstehen kann wie bei einzelnen Pfeilern, kommt dieses weniger in Betracht und wird durch eine genügende Ausfüllung der Fuge mit Mörtel der beabsichtigte Zweck, nämlich eine feste Lage des Steins zur Genüge erreicht; man hat aber dennoch auch hier darauf zu achten, dass solche Erhabenheiten in den Fugenflächen möglichst vermieden werden und namentlich an den äusseren sichtbar bleibenden Kanten, weil sonst doch sehr leicht ein Absprengen der äusseren Flächenkante stattfinden kann. Die Breite und Stärke solcher Pfeiler hängt aber ferner auch sehr wesentlich von der Festigkeit des dazu verwendeten Steins ab, wobei aber auch dann nicht ausser Betracht gelassen werden darf, ob die Pfeiler durch andere Lasten noch besonders schwer belastet werden sollen oder nicht. Derartige Bedenken darf man namentlich in neuerer Zeit gar nicht unberücksichtigt lassen, indem sehr häufig jetzt Fälle vorkommen, dass Gebäude, die vorher zu anderen Zwecken bestimmt waren und in Rücksicht hierauf ausgeführt wurden, in ganz anderer Weise benutzt und sehr häufig dann mit schwersten Lasten belastet werden, der ursprünglichen Bestimmung ganz entgegengesetzt.

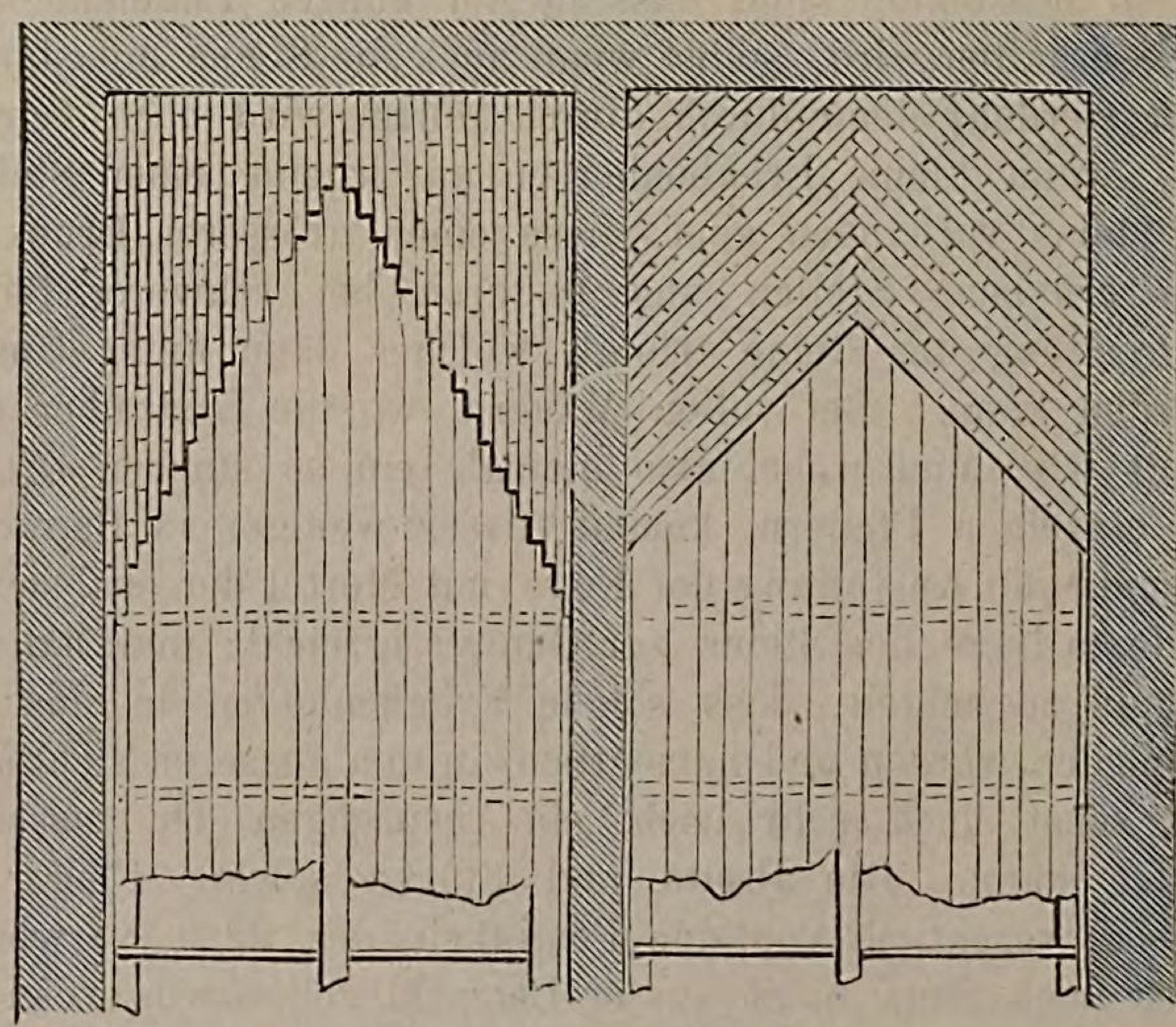
Die einzumauernden Kappen erhalten je nach den Umständen $^1/_7$ bis $^1/_{12}$ ihrer Spannweite zur lichten Bogenhöhe; eine geringere Höhe als $^1/_{12}$ gibt man aber nicht. Schon bei dieser Höhe von $^1/_{12}$ der Spannweite muss, um für die Folge eine genügende Sicherheit zu erhalten, die Arbeit mit der grössten Aufmerksamkeit und Sorgfalt ausgeführt werden, welches aber, zumal bei einigermaassen ausgedehnten Arbeiten nie oder doch nur höchst selten in dem erforderlichem Grade zu erreichen sein wird. Wollte man daher die Höhe noch geringer annehmen, so würden solche Arbeiten stets nur zu den in der Praxis mit „Kunststück“ bezeichneten Gegenständen zu rechnen sein.

Die Kappen werden gewöhnlich in der Stärke eines halben Steins ausgeführt. Die Wölbung der Kappen kann in zweierlei Art ausgeführt werden, entweder mit Langschichten, die parallel mit den Widerlagern gemauert werden, oder mit diagonalen Schichten, wo mit der Mauerung in den vier Ecken der Kappen gleichzeitig angefangen wird und die einzelnen Schichten in diagonaler Richtung neben einander folgend, in der Scheitellinie der Kappe sich treffen. Diese letztere Art der Mauerung nennt man die „auf den Schwalbenschwanz“ oder auch „auf den Stich“ ausgeführte Mauerung.

In nachstehender Figur 175 sind beide Arten der Mauerung dargestellt.

Bei Anwendung der ersten Art der Mauerung, wo die Schichten parallel mit den Widerlagern gemauert werden, hat man nur zwei Widerlager, deren Richtungslinien in die verlängerten Richtungen der zugehörigen Radien des Bogens treffen. Werden aber die Kappen auf den Schwalbenschwanz gemauert, so bilden die Stirnbogen oder Stirnmauern der Kappen ebenfalls Widerlager und müssen zu dem Ende dieselben nach der Bogenlinie der Kappe und in der Höhe der Stärke der Kappenmauerung mit einer etwa 5 Zentimeter ein-

Figur 175.



gehauenen Vertiefung versehen werden, in welche die nach diagonaler Richtung gestellten Steinschichten eingreifen.

Diese letztere Art der Mauerung „auf den Schwalbenschwanz" verdient bei diesen flachen Kappen unter allen Umständen den Vorzug; denn einmal bildet hier jede einzelne Schicht einen Bogen für sich und sobald dieselbe durchgemauert ist, spannt sie sich in sich selbst und drückt dann weniger auf das darunter befindliche Lehrgerüst; ferner aber entbehrt man hier sehr vortheilhaft die Reihe vieler Schlusssteine und was namentlich eine Hauptsache ist, welche die Mauerung auf den Schwalbenschwanz so vortheilhaft erscheinen lässt und in der That macht, ist, dass die Zahl der Radial- oder Lagerfugen, welche eigentlich bei der Parallelmauerung als Stossfugen erscheinen, in jeder einzelnen Schicht bedeutend geringer wird, und endlich, dass auch die Stirnmauern der Gewölbe als Widerlager benutzt werden, wodurch erreicht wird, dass die Pressung des Gewölbes nach allen Seiten hin stattfindet und daher jedenfalls geringer wird als bei der Gewölbemauerung mit parallelen Schichten. Auch in anderer Hinsicht erlangt man bei Anwendung dieser Mauerung noch Vortheil, indem dieselbe nicht diejenige Aufmerksamkeit erfordert, als wenn man mit parallelen Langschichten mauert, wo jede einzelne Schicht mit ihrer Lagerfuge stets in der Richtung des zugehörigen Radius liegen muss und wenn die Arbeit genau ausgeführt werden soll, jede einzelne Schicht nach unten hin etwas keilförmig behauen werden muss, um die Kalkfugen zwischen den einzelnen Schichten möglichst gleichmässig zu erhalten, welches bei der starken Pressung, die eine so flache Kappe ausübt, in hohem Grade erforderlich ist. Ueberhaupt entbehrt man bei der Parallelmauerung den grossen Vortheil, dass die Bogenschichten nur verhältnissmässig kurz sind und ferner sich dieselben gegenseitig unterstützen.

Erhalten die einzelnen Kappen eine erhebliche Länge, so ist es namentlich, wenn die Wölbschichten parallel mit den Widerlagern hergestellt werden, sehr zweckmässig und unter Umständen sogar erforderlich, dass sie durch besondere Quer- oder Gurtbogen wieder in einzelne Felder getheilt werden, weil die Kappen sich sonst leicht in der Mitte nach ihrer Längenrichtung

durchbiegen können, selbst wenn man dieselben von beiden Stirnmauern her nach der Mitte zu um mehrere Zolle ansteigen lässt. Die Querbogen dienen dann, je nachdem die Mauerung der Kappen ausgeführt wird, entweder als Gurtbogen oder den einzelnen Kappen als Stirnbogen welche die Gewölbe der Quere nach trennen, in welchem Falle aber dann diese Bogen selbstständig für sich ausgeführt werden, wo dagegen im ersteren Falle dieselben mit der Gewölbemauerung in Verband hergestellt werden und sie hier dann als Verstärkung des Gewölbes dienen. Diese Gurtbogen oder Verstärkungsbogen lassen sich aber nur bei der Parallelmauerung der Gewölbe anwenden, ähnlich wie oben bei den Tonnengewölben angeführt wurde.

Was die horizontalen Widerlager der Kappen betrifft, wenn dieselben gegen Gurtbogen treffen, so ist es notwendig, dass dieselben jedesmal mindestens 7 bis 8 Zentimeter oberhalb des Scheitels des Gurtbogens eingehauen werden. Dieses Einhauen des Widerlagers muss aber gleichzeitig mit der Aufmauerung des Gurtbogens geschehen und spannt man zu diesem Zwecke in der Höhe der Unterkante des bestimmten Gewölbewiderlagers oder in der Kämpferlinie eine wagerechte Schnur durch, welche dann sowol für die Bogenmauerung selbst als auch für die Linie des Widerlagers als Fluchtschnur dient. Ist der Gurtbogen geschlossen, so wird die Hintermauerung der Bogenschenkel bis zur Unterkante des Widerlagers in der Stärke der Gurtbogen und auf beiden Seiten damit fluchtrecht aufgeführt. Der übrige höher aufzuführende Theil der Hinter- und Uebermauerung des Bogens wird nach der für die Richtung des Widerlagers ausgespannten Schnur soweit eingezogen, als die Tiefe des Einschnitts für die Widerlager solches erforderlich macht, wobei aber die eingezogenen Schichten nach der Richtung des Radius des Kappenbogens in gleicher Weise, wie dieses bei der Gurtbogenmauerung stattgefunden, abgeschrägt werden. Nicht allein höchst nachtheilig für das Mauerwerk, sondern auch zeitraubend ist es, wenn ein solches Widerlager erst nach vollständigem Schluss des Gurtbogens und nach ausgeführter Hintermauerung hergestellt werden soll; es werden dann hierbei leicht eine Menge Gewölbsteine zerschlagen und namentlich findet dieses Letztere statt, wenn die Widerlagsrille nur einige Zentimeter über dem inneren Scheitel des Bogens hergestellt wird. Dieses rührt namentlich dann daher, dass der Mörtel in den Fugen noch zu wenig erhärtet ist und daher beim Abschlagen des Steins mit einem Steineisen oder Hammer keinen genügenden Widerstand leistet und der betreffende Stein bei einem etwas stärkeren Schlage weiter abgesprengt wird als man beabsichtigt. Es wird aber hierdurch, wie schon erwähnt, nicht allein das neu aufgeführte Mauerwerk sehr beschädigt, sondern es geht auch eine Menge Zeit dabei verloren.

Zum Einwölben der Kappengewölbe bedarf man ebenfalls der Lehrgerüste und ist beim Aufstellen derselben gleichfalls die Vorsicht zu beachten, dass unter die einzelnen Lehrbogen Holzkeile gelegt werden, damit nach vollständigem Schluss des Gewölbes nur die einzelnen untergelegten Keile zu beseitigen sind, um das Gerüst so viel zu senken, dass es ohne allen Nachtheil für das Gewölbe und mit Leichtigkeit weggenommen werden kann. Bei diesen flachen Kappengewölben ist eine solche Vorsicht in einem noch höheren Grade erforderlich als bei den Tonnengewölben, weil sonst bei einem gewaltsamen Losschlagen des Lehrgerüstes die Gewölbemauerung nicht allein sehr bedeutend erschüttert wird, sondern auch, wenn der Mörtel noch sehr frisch ist, sogar dieselbe nach oben hin leicht ausgedrängt werden kann. Die Beseitigung der

Keile unter den Lehrbogen geschieht nach vollständigem Schlusse des Gewölbes am zweckmässigsten in der Art, dass man an einer Seite von beiden Enden her und in der Mitte die Keile zugleich beseitigt und alsdann auf der anderen Seite des Gerüstes in gleicher Weise verfährt.

Werden die einzelnen Kappen mit Schichten, den Widerlagern parallel, eingewölbt, so ist, wenn die Kappe eine einigermaassen grössere Breite hat, ausser dem Lehrgerüste noch ein besonderes Arbeitsgerüste unterhalb desselben erforderlich. In diesem Falle kann aber das Lehrgerüst nicht gleich anfangs in der ganzen Breite eingeschalt werden, sondern es werden nach Erforderniss von den Widerlagern her die einzelnen Schalungsbretter vorgelegt und darüber die Gewölbeschichten durchgemauert, und nur erst dann wird das Lehrgerüst vollständig dicht geschalt, wenn nicht mehr genügend Raum vorhanden bleibt, dass die Arbeiter vom Arbeitsgerüste aus mauern können. Dieses findet auch ganz in gleicher Weise statt bei Ausführung der Tonnengewölbe. Bei Nichtanwendung solcher Arbeitsgerüste, was, um Kosten zu ersparen, nur zu häufig geschieht, kommt es meistens vor, dass die Gewölbeschichten an den Anfängern der Kappen und auch näher nach dem Scheitel zu, durch die fortwährende Bewegung der Arbeiter auf dem Lehrgerüste sich ablösen, wodurch aber dann die Solidität der ausgeführten Gewölbe jedenfalls sehr stark leidet.

Werden dagegen die Gewölbe auf den Schwalbenschwanz gemauert, so werden die Lehrgerüste gleich vollständig eingeschalt. Hierbei findet aber der eben erwähnte Nachtheil in einem nur sehr geringen Grade statt, indem jede einzelne Schicht, sobald sie nur geschlossen ist, einen besonderen Bogen bildet, auf welchen dann die entstehenden Erschütterungen nicht weiter mehr einwirken können.

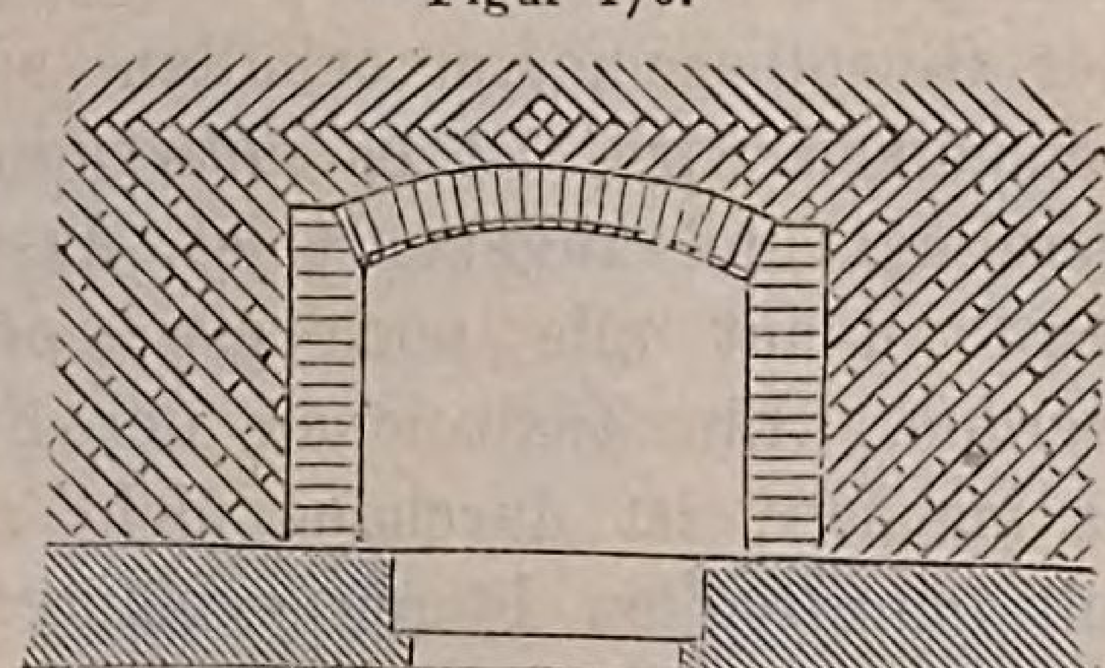
Die Lehrbogen werden je nach der Stärke der zu verwendenden Schalungsbretter 0,9 bis höchstens 1,25 Meter von einander entfernt aufgestellt. In der Linie des Scheitels und an den Anfängern werden die Schalungsbretter mit kleinen Nägeln auf die Lehrbogen festgeheftet, wodurch diese letzteren gleichzeitig in ihrer Stellung erhalten werden. Da aber die Schalungsbretter stets etwas kürzer sind als die einzuwölbenden Kappen, so sucht man ein Verschieben des Lehrgerüstes dadurch zu verhindern, dass man einen leicht wieder herauszuziehenden Holzkeil zwischen die Stirnmauer und eines der festgehefteten Schalungsbretter einsteckt, welcher schon dann wieder beseitigt werden kann, wenn man soweit mit der Mauerung vorgegangen ist, dass derselbe hinderlich wird. Diese Lehrgerüste zu den Kappen werden jedoch immer nur erst dann aufgestellt, wenn die Gurtbogen vollständig geschlossen und hintermauert sind, und demnach die hierzu erforderlich gewesenen Bogengerüste wieder beseitigt werden. Dieses ist nicht nur zweckmässig, sondern auch schon desshalb notwendig, weil nach Entfernung der Bogengerüste jedenfalls eine, wenn auch nur sehr geringe Senkung des Bogens entsteht, welche Senkung schon durch die Pressung der Mörtelfugen veranlasst wird.

Sollen mehrere Kappengewölbe neben einander, durch Gurtbogen getrennt, hergestellt werden, so müssen wenigstens zwei aneinander liegende Gewölbe vollständig eingeschalt und gemauert werden, und darf man das Lehrgerüste der ersten äusseren Kappe nur erst dann entfernen, wenn die zweite Kappe ebenfalls geschlossen ist, oder wenn die Mauerung auf den Schwalbenschwanz ausgeführt wird, diese zweite Kappe soweit zugemauert ist, dass ein genügender Gegendruck gegen den Gurtbogen, gegen welche die erste Kappe sich stützt, hergestellt ist, weil sonst sehr leicht ein Ausschieben des Gurtbogens statt-

finden kann. Es ist aber unter allen Umständen das Einrüsten noch mehrerer Kappen zu gleicher Zeit vorzuziehen, weil dann die Ausmauerung mehrerer Kappen hergestellt werden kann, ehe bei der ersten Kappe die Ausrüstung vorgenommen zu werden nötig ist. Man hat auch dann, wenn es nicht an Gerüsten fehlt, noch den Vortheil, dass die Ausmauerung der einzelnen Kappen in der ganzen Breite des Gebäudes ohne Aufenthalt fortgesetzt werden kann. Werden die einzelnen Kappen mit den Widerlagern parallelen Schichten eingewölbt, so ist es jedenfalls zweckmässiger, die Schichten nicht sämmtlich gleichmässig in der ganzen Länge der Kappen von beiden Seiten her bis zu der Schlusssteinschicht zu mauern und erst dann, wenn dieses geschehen ist, die Schlusssteinreihe auszufüllen, sondern wenn bis zur Schlusssteinreihe an beiden Seiten noch etwa 4 bis 6 Schichten fehlen, muss man von den beiden Enden her nach der Mitte zu schon die Kappe schliessen, indem man die einzelnen Schichten nach dem Verband abtreppend bis zum Schluss treibt und dann die Schlusssteine nach Verfolg einsetzt. Dieses Verfahren ist auch sehr zweckmässig anwendbar beim Mauern der Tonnengewölbe. Man erleichtert sich dadurch einmal die Arbeit beim Einsetzen des Schlusssteins; ferner aber erlangt man den grossen Vortheil, dass das Lehrgerüste schneller entlastet wird, indem das Gewölbe, wenn es auch nur erst zum Theil geschlossen ist, weniger auf das Lehrgerüste presst und die Mauerung selbst dann auch weniger durch die Erschütterungen, welche durch die sich darauf bewegenden Arbeiter verursacht werden, leidet.

Auch bei diesen flachen Kappengewölben wird die Herstellung von Stichkappen häufig noch erforderlich. Wird das Gewölbe auf den Schwalbenschwanz eingewölbt, so werden die Wangen oder die Widerlager der Stichkappen, abweichend von der diagonalen Richtung der übrigen Gewölbeschichten für sich besonders mit Schichten, den Widerlagern parallel gemauert und die diagonalen Gewölbeschichten unmittelbar gegen dieselben gestossen; oberhalb im Spiegel des Gewölbes wird dann der Raum der Stichkappe durch einen gemauerten Kranz begrenzt, welcher seine Widerlager gegen die erwähnten Wangen erhält; gegen diesen Kranz stossen dann unmittelbar wieder die diagonalen Schichten der Gewölbemauerung, wie dieses in nebenstehender Figur 176 dargestellt ist.

Figur 176.



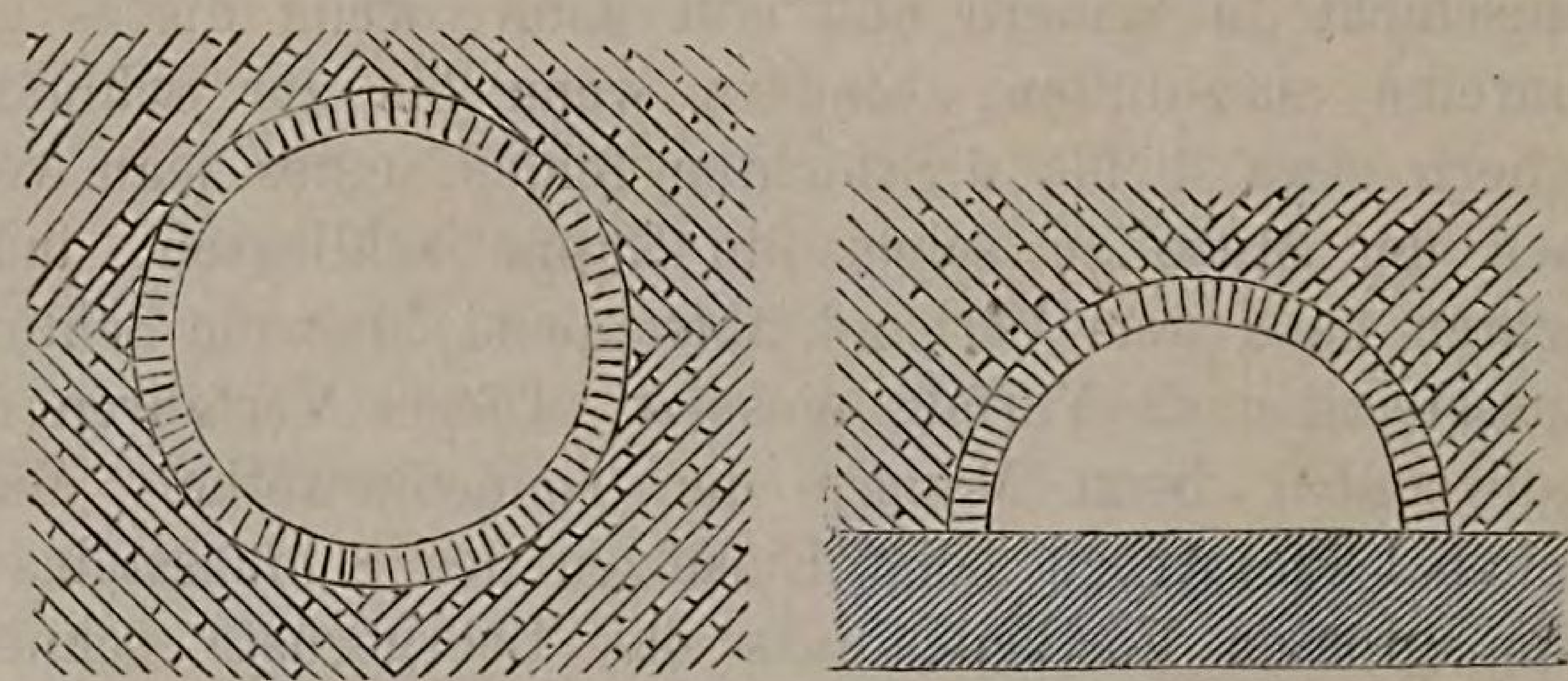
Innerhalb dieses abgegrenzten Raumes wird die Stichkappe für sich entweder mit den Widerlagern parallelen Schichten oder mit diagonalen Schichten eingewölbt.

Wird dagegen das Gewölbe mit den Widerlagern parallelen Schichten eingewölbt, so werden die Wangen der Stichkappe gleichzeitig mit den übrigen Schichten des Gewölbes im Verbande aufgeführt, in ähnlicher Weise, wie dieses oben bei den Tonnengewölben angeführt wurde. Man kann dann, wie im vorhergehenden Fall, die Stichkappe oberhalb gegen das Gewölbe durch einen gemauerten Kranz begrenzen, welcher dem oberen Theil des Gewölbes (dem Spiegel) sowol als auch der Stichkappe als Widerlager dient, oder man wölbt, nachdem das Gewölbe bis zum Anschluss der Stichkappe an dasselbe aufgeführt ist, die Stichkappe gleichzeitig mit dem übrigen Theil des Gewölbes zu, indem man über der Linie des Grates, welchen man an dieser Stelle durch das Einschneiden der Stichkappe in das Gewölbe erhält, die einzelnen Schichten

über einander greifen lässt, in ähnlicher Weise, wie dieses oben auch bei den Tonnengewölben näher angegeben wurde.

Ohne alle Schwierigkeiten lassen sich bei diesen flachen Gewölben auch Oeffnungen herstellen, indem man diese Oeffnungen mit einem gemauerten Kranz begrenzt, gegen welchen dann die Gewölbemauerung gegengestossen wird, wie dieses in nachstehenden Figuren 177 A B näher dargestellt ist.

Figur 177.



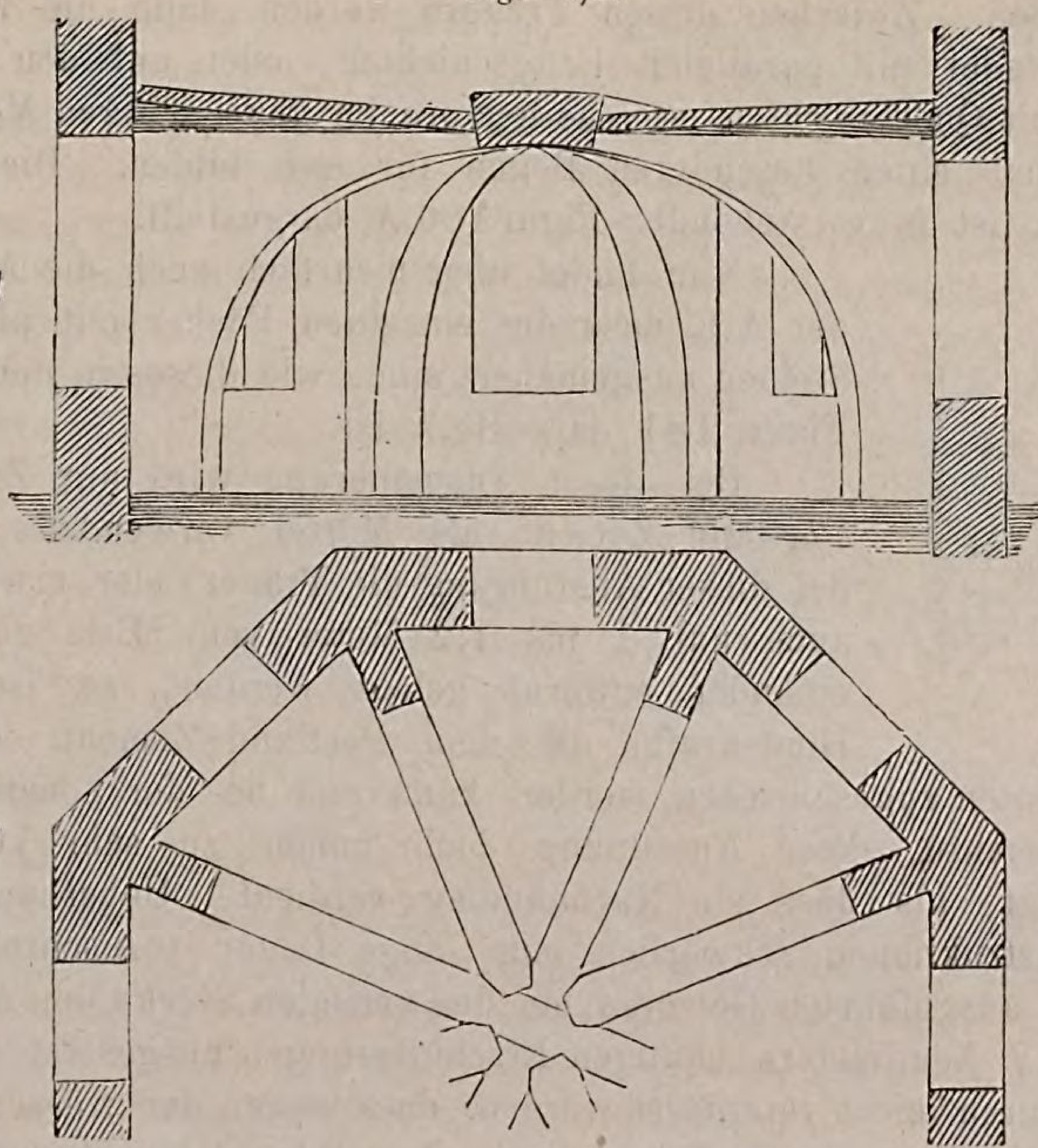
Auch kann man statt der Kranzmauerung in ähnlicher Weise, die Oeffnung gegen den Scheitel des Gewölbes hin durch ein starkes Stück Eichenholz begrenzen, wie dieses schon bei den Tonnengewölben in verschiedenen Fällen dargestellt ist. Diese Begrenzungen der Oeffnungen kann man sowol bei den mit diagonalen Schichten, als auch bei den mit parallelen Schichten gemauerten Gewölben und zwar unter denselben Bedingungen, wie oben angegeben, herstellen, nur dass bei den mit diagonalen Schichten gemauerten Gewölben die Seitenwangen der herzustellenden Oeffnung für sich besonders gemauert werden und zwar in der Art, wie oben dargestellt ist.

Bei diesen flachen Gewölben ist eine Ausmauerung der sich ergebenden Säcke, wenn auch nur mit einigen Schichten Mauerwerk, nicht allein zweckmässig, sondern sogar notwendig, indem dadurch eine bessere Verspannung der Gewölbeschenkel erhalten wird. Ehe aber eine solche Ausmauerung vorgenommen wird, ist es notwendig, dass, nachdem das Gewölbe oberhalb ganz gereinigt und abgekehrt ist, dasselbe mit einem dünnen Gussmörtel übergossen wird, damit alle noch etwa offene Fugen vollständig mit Mörtel ausgefüllt werden. Ein Zustreichen der Fugen mit der Kelle, wie die Maurer häufig es machen, ist durchaus nicht zulässig, indem, da in den seltensten Fällen mit ganz vollen Fugen gemauert ist, dadurch die mehrfach halb gefüllten Lagerfugen oberhalb geschlossen werden und eine weitere Ausfüllung dann nicht mehr möglich wird. Nachdem dann das Ausgiessen mit Mörtel und das Ausmauern der Säcke vollständig geschehen ist, wird, wenn sonst die Umstände es gestatten, das Lehrgerüst weggenommen.

Um diese flachen Kappengewölbe auszuführen, sind nicht durchaus oblonge Räume erforderlich, sondern man kann diese Kappen auch über dreieckige Räume zur Ausführung bringen, wie dieses in nachstehenden Figuren 178 A B näher dargestellt ist.

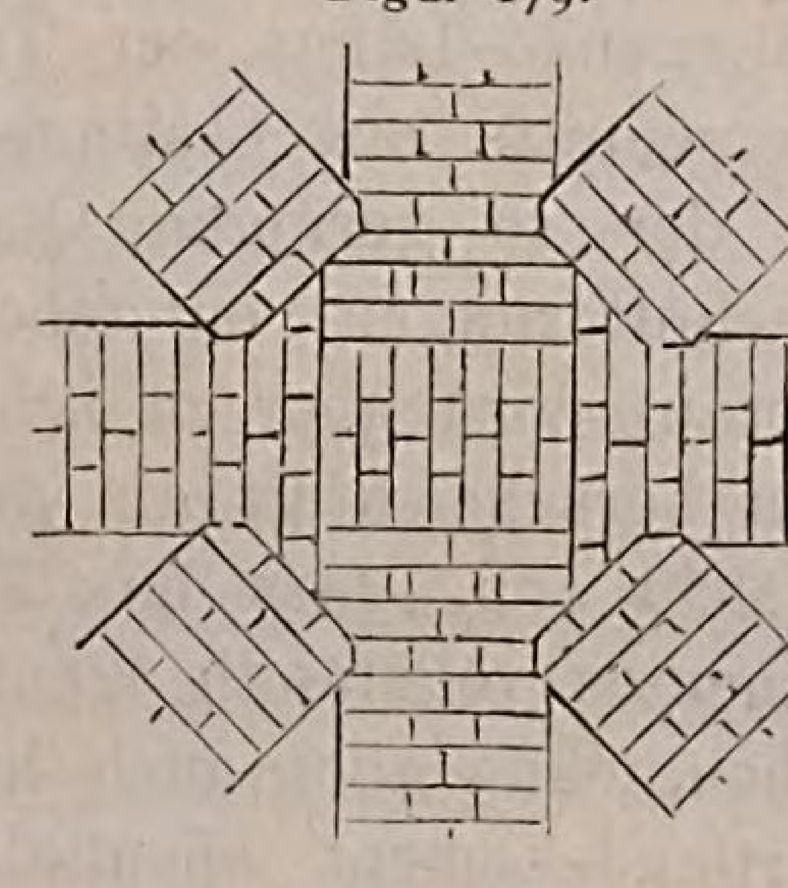
Der hier gegebene Raum, welcher einen lichten Durchmesser von 9,10 Meter hatte, wurde durch vier sich durchschneidende Gurtbogen in acht gleiche Theile von dreieckiger Grundform getheilt. Der eine Gurtbogen wurde ganz durchgehend ausgeführt, dagegen lehnten sich die Hälften der drei anderen

Figur 178.



Gurtbogen im Scheitel an den ersten durchgehenden Gurtbogen. Der hier angeordnete Verband ist aus der Figur 179 zu ersehen. Die Kappen wurden hier sämmtlich auf den Schwalbenschwanz eingewölbt. Einer weiteren Erklärung bedarf es nicht, indem das oben erwähnte auch hier Anwendung findet.

Figur 179.

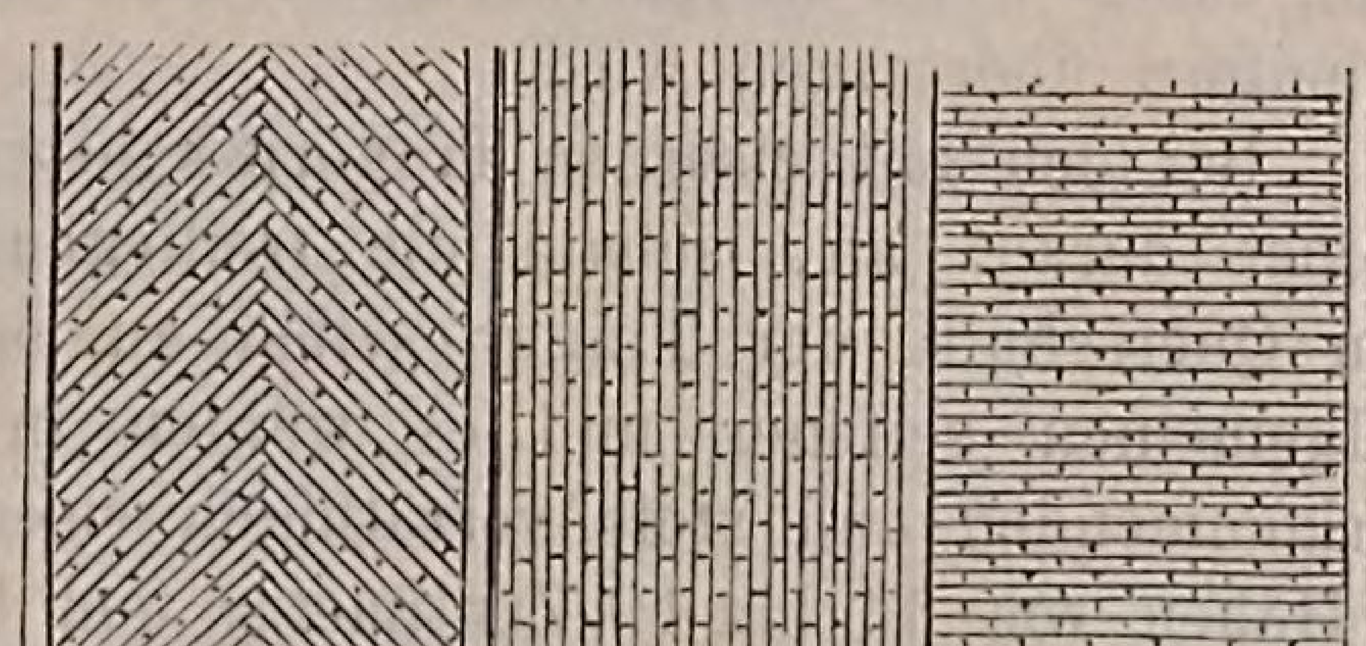


Die Kappengewölbe haben in neuerer Zeit vielfach auch in anderer als der bisher beschriebenen Art Anwendung gefunden und zwar solchergestalt, dass, wo es sich nur darum handelt, in grösseren Räumen massive Decken ohne grosse Raumverschwendung herzustellen, statt der bisher beschriebenen Anordnung der Gurtbogen, eiserne Balken oder Träger in bestimmten Entfernungen von einander gelegt werden, zwischen welchen man dann die Kappengewölbe einmauert, wie dieses in Figuren 180 A B näher dargestellt ist.

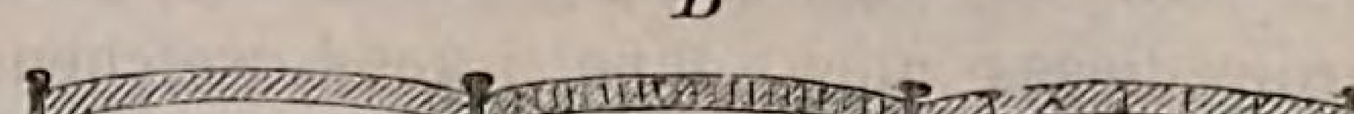
Man legt zu dem Ende in gewissen Entfernungen von einander, wie schon oben angeführt wurde, eiserne, besonders zu diesem Zwecke geformte Träger von Guss- oder Schmiedeeisen, oder von Eisenblech hergestellt, welche mit ihren Enden auf Mauern liegen und hier fest

Figur 180.

A

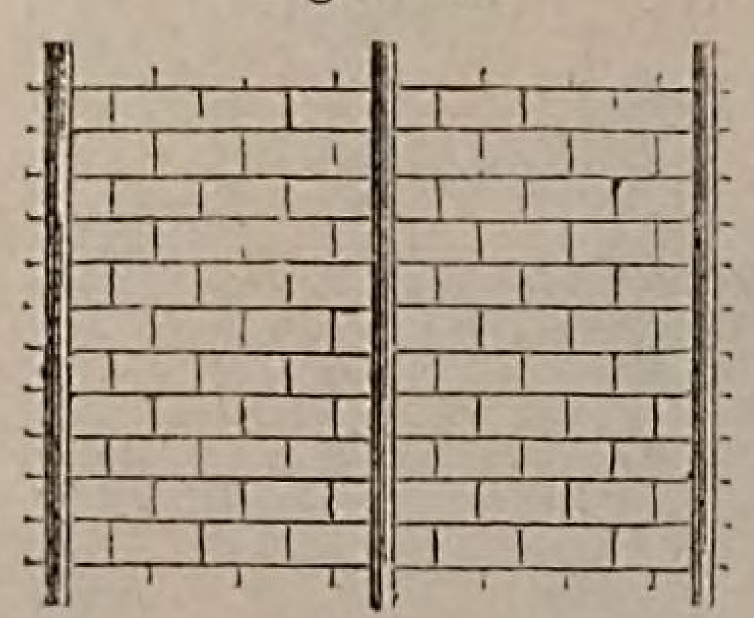


B



vermauert werden. Zwischen diesen Trägern werden dann die Kappen eingemauert, entweder mit parallelen Langschichten, oder auf den Schwalbenschwanz oder mit Querschichten, welche letztere im gegenseitigen Verbande gemauert, jedesmal einen besonderen Bogen für sich bilden. Die Art dieser Ausmauerungen ist in vorstehender Figur 180 A dargestellt.

Figur 181.



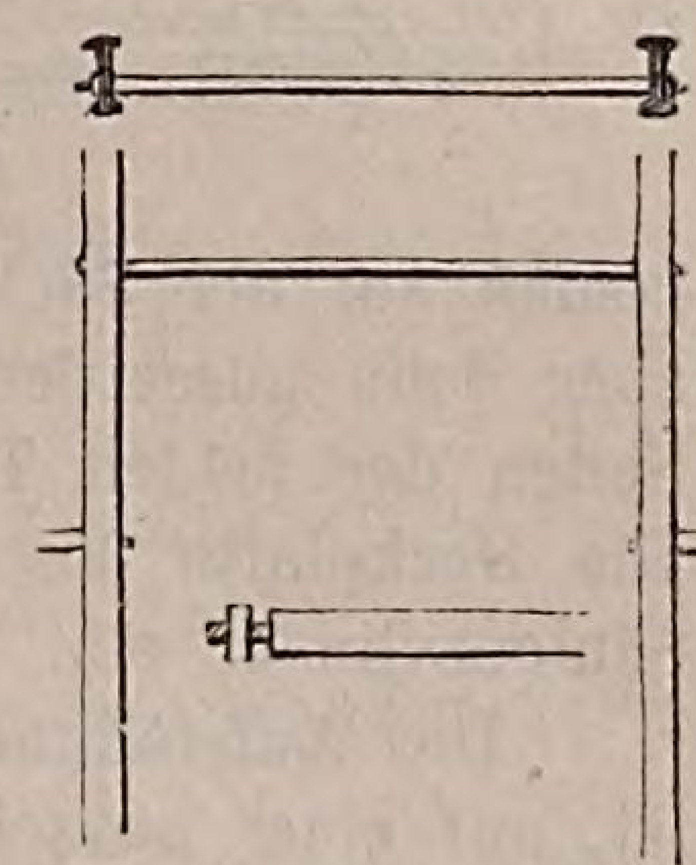
Man findet aber mehrfach auch die Ausmauerung der Art, dass die einzelnen Fächer mit plattliegenden Steinen ausgemauert sind, wie dieses in nebenstehender Figur 181 dargestellt ist.

Bei dieser Ausmauerung wird nur Zement- oder Portland-Zement als Mörtel verwendet. Wenn nun bei dieser Ausführung die Träger oder eisernen Balken auch nur 1 bis 1,2 Meter von Mitte zu Mitte von einander entfernt gelegt werden, so ist bei aller Bindekraft, die dem Portland-Zement oder anderen tüchtigen Zementen zugeschrieben werden kann und bei der sonstigen Festigkeit dieser Zemente, diese Anordnung doch immer zu sehr künstlich und zu sehr gewagt, als dass sie Nachahmung verdient. Ueberhaupt ist auch derartigen Konstruktionen schwerlich eine lange Dauer zuzuschreiben, zumal wenn diese so ausgeführten Gewölbe bei der geringen Stärke der Ausmauerung von höchstens 7 Zentimetern häufigen Erschütterungen ausgesetzt sind, welche namentlich dadurch leicht veranlasst werden, dass wegen der grösseren Leichtigkeit der Gewölbe die eisernen Träger nach ihrer Länge hin zu weit freiliegend gelegt werden. Denn, wenn die relative Festigkeit der eisernen Träger auch vollkommen genügend ist, so sind sie doch auch selbst durch die Einmauerung der Kappen nicht gegen Seitenschwankungen vollständig gesichert, sobald die freiliegende Länge der Träger im Verhältniss zu der Stärke und Form ihres Querschnitts ein bestimmtes Maass übertrifft. Unter diesen Umständen und bei der so geringen Querschnittsfläche der Radialfugen können durch diese Erschütterungen entstehende Bruchfugen nur um so gefährlicher werden. Hierauf wird aber in sehr vielen Fällen wenig Rücksicht genommen, sondern man berücksichtigt die dabei zu erzielende Kostenersparniss und geht von der Ansicht aus, dass das Eisen nicht breche und die Bindekraft des Portland-Zementes vollständig genügend sei, dem Gewölbe die möglichste Festigkeit zu geben, ohne aber auch hierbei wieder Rücksicht darauf zu nehmen, dass der Portland-Zement ebenfalls von verschiedener Qualität in Verbrauch kommt. Man findet daher nicht selten, dass diese Gewölbe, wo sie zur Ausführung gebracht werden, zweimal gemacht werden müssen, ehe sie fertig und haltbar sind, zumal wenn die Ausführung derselben noch leichtfertigen und ungeschickten Arbeitern übertragen wird.

Bei den mit eisernen Trägern konstruirten Kappengewölben kommt es zunächst darauf an, sobald die freiliegende Länge der Träger festgesetzt ist, den Querschnitt der Träger selbst zu bestimmen. Dieses geschieht aber im Allgemeinen seltener und es werden in den meisten Fällen die im Handel vorkommenden und stets vorräthigen eisernen Träger verwendet, welche man in Höhen von 11 bis 19 Zentimeter und bei entsprechender Querschnittsstärke, und in verschiedenen Längen bis zu 8,22 Meter erhalten kann. Hierdurch wird nun die Anwendung derselben jedenfalls sehr erheblich erleichtert und würde dieses auch ohne irgend welchen Nachtheil geschehen können, wenn man sich nur immer der stärkeren Sorte bediente und nicht, wie nur zu

häufig der Fall ist, aus rücksichtsloser Sparsamkeit die schwächeren Sorten anwendete. Dadurch aber, wenn man die stärkeren Träger anwendet, ist man durchaus noch nicht weiteren Anordnungen überhoben, denn in allen Fällen muss dafür Sorge getragen werden, die seitlichen, wenn auch nur sehr geringen Bewegungen zu verhindern. Dieses wird, sobald die Kappen eine grössere freiliegende Länge erhalten und zumal bei Anwendung schwächerer Träger aber durchaus nicht durch das Einmauern der Kappen in dem erforderlichen Grade erreicht, sondern es finden auch selbst bei den stärkeren Balken noch Erschütterungen, wenn auch in diesem letzteren Falle nur in geringerem Grade statt. Aber auch selbst diese geringeren Erschütterungen sind den eingemauerten Kappen auf die Dauer von grossem Nachtheil und um diesen Nachtheilen vorzubeugen, muss man entweder die eisernen Träger in ihrer Mitte direkt von unten her unterstützen, oder wenn die freiliegende Länge der Träger nicht bedeutend ist, sind dieselben durch eingelegte Zwischenstangen fest unter einander zu verbinden, wie dieses in nebenstehender Figur 182 näher dargestellt ist.

Figur 182.



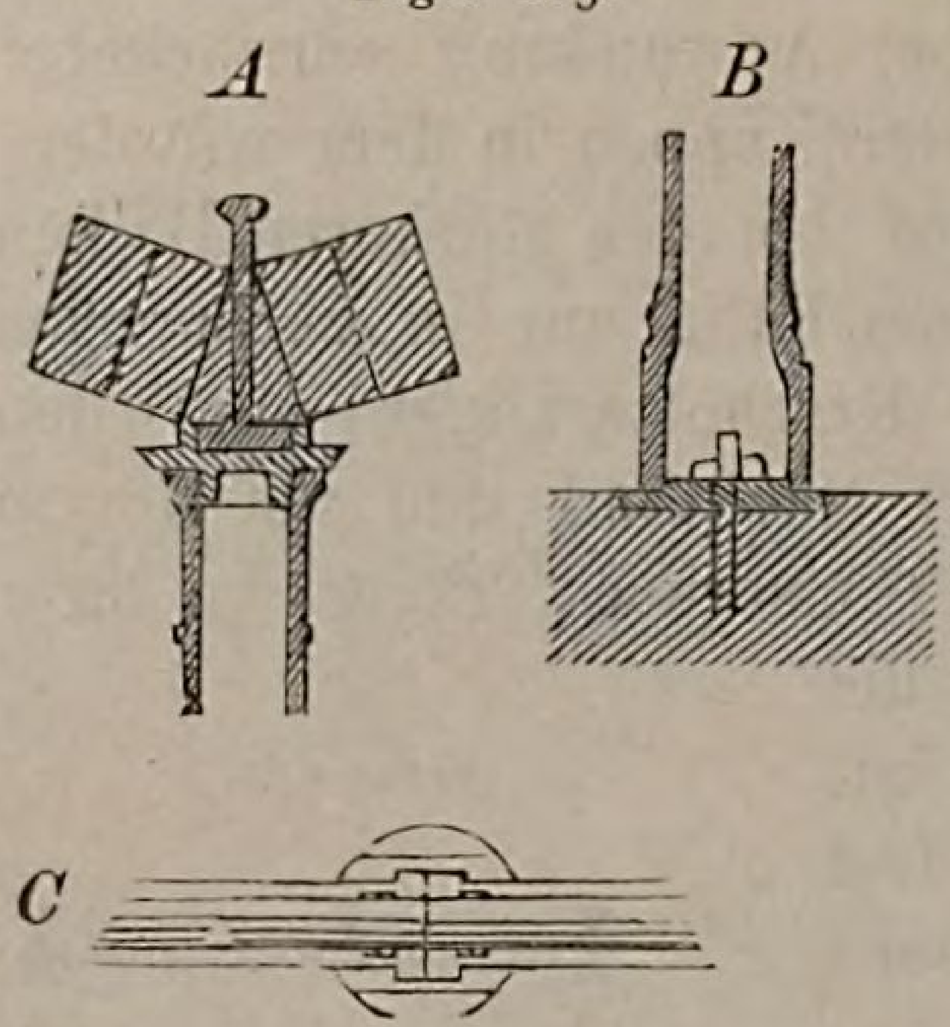
Diese Zwischenstangen werden von 25 Millimeter starkem Quadrat- oder Rundeisen hergestellt und an ihren Enden wird eine etwa 15 Millimeter im Durchmesser haltende Schraubenspindel angeschnitten, so dass an der Stange selbst ein Absatz gebildet wird, welcher fest gegen die Seitenwandung der eisernen Träger sich anlegt, dagegen die Schraubenspindel durch ein in den Träger durchgebohrtes Loch geht und an der äusseren Seite dann eine Schraubenmutter dicht gegen den Träger aufgeschraubt wird.

Die relative Festigkeit der angewendeten eisernen Träger ist in den gewöhnlichen Fällen stets gross genug, dass ein Bruch derselben nicht zu befürchten ist; allein die seitlichen Bewegungen, welche zum Theil auch in dem Durchbiegen der Träger oder dem Federn derselben ihre Ursache haben, sind stets im höchsten Grade nachtheilig und müssen daher notwendig zu deren Verhinderung genügende Einrichtungen getroffen werden, entweder in der oben angegebenen Weise, oder dass man den einzelnen Trägern eine grössere Querschnittsfläche gibt durch Anordnung von Verstärkungsrippen, um namentlich die seitlichen Bewegungen zu verhindern. Durch die bei Nichtanwendung dieser Vorsichtsmassregeln sonst leicht entstehenden Bewegungen der Träger wird der Mörtel zwischen Stein und Eisen, sowie auch der Mörtel in den Fugen der Gewölbemauerung selbst sehr leicht zerrieben. Hierzu kommt ferner noch, dass in den wenigsten Fällen die unmittelbar gegen die Wandungen der eisernen Träger stossenden Steine so genau an ihren Stirnflächen behauen werden, dass nicht eine mehr als notwendige Menge Mörtel zwischen gegeben werden muss, um nur die Fuge gehörig zu füllen; häufig werden auch noch Steinzwickeln in die Fugen eingesteckt, welches aber durchaus verwerflich ist.

Oben wurde angeführt, dass die eisernen Träger von unten her unterstützt werden müssten, wenn ihre freiliegende Länge zu bedeutend würde. Dieses kann nur dadurch hergestellt werden, dass, wenn nur wenige Balken zu unterstützen sind und namentlich, wenn darüber noch eine besondere Belastung angebracht werden soll, jeder einzelne Balken durch einen eisernen Pfeiler unterstützt wird. Ist aber nur wesentlich die Gewölbelast zu unter-

stützen, so legt man an den geeigneten Stellen unter sämmtliche Balken einen aus stärkerem Kaliber bestehenden eisernen Träger, welcher dann wieder an den nötigen Stellen durch untergestellte eiserne Pfeiler unterstützt wird.

Figur 183.



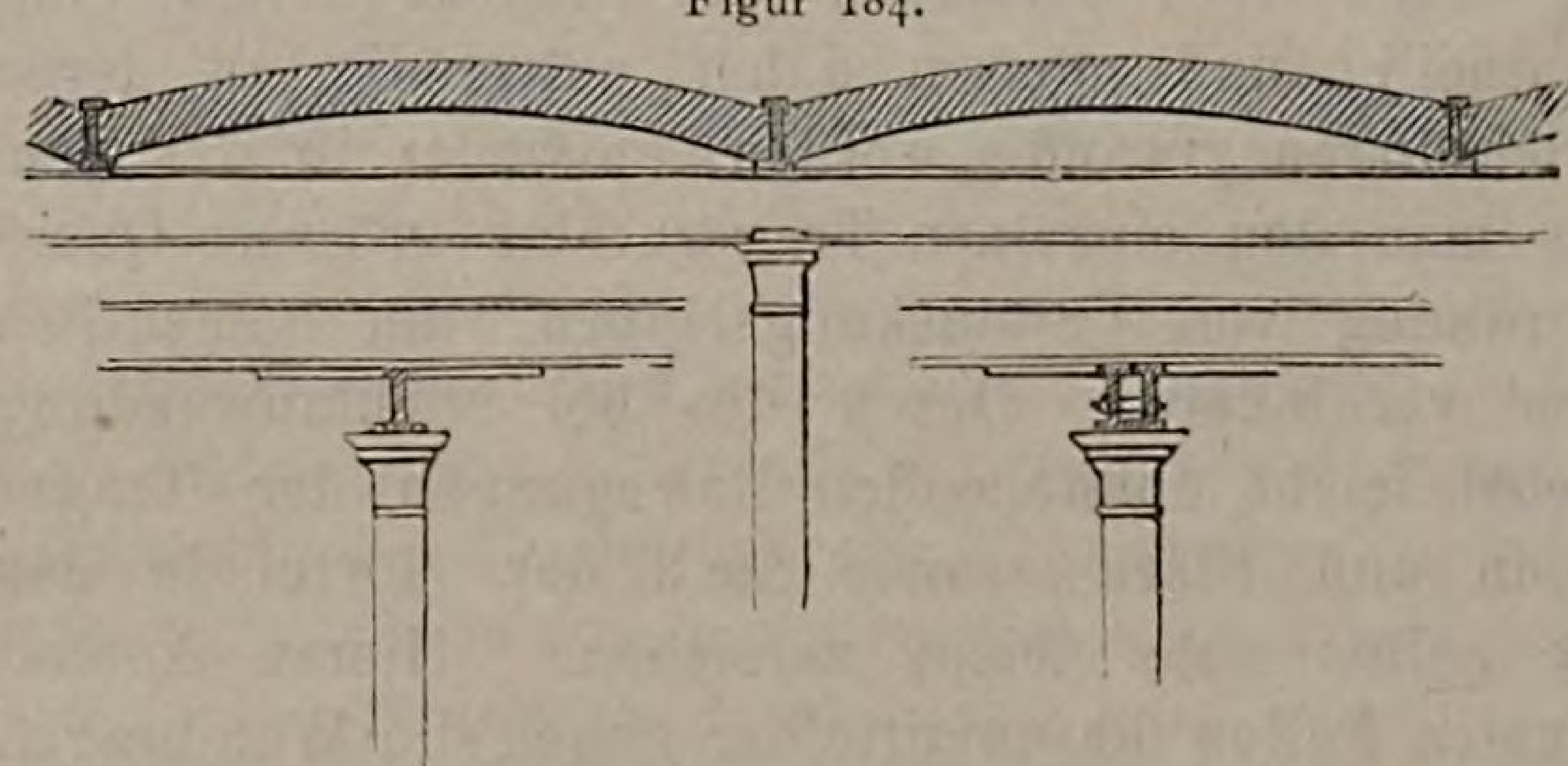
In nebenstehenden Figuren 183 A B C ist die Unterstützung eines einzelnen Balkens durch einen eisernen Pfeiler näher dargestellt.

Die Deckplatte des Kapitäls der gusseisernen Säule ist hier mit erhöhten Rändern versehen, zwischen denen die Bodenplatten (unteren Verstärkungsrippen) der eisernen Träger liegen. Diese Ränder erweitern sich hakenförmig auf 13 Zentimeter Zwischenraum, in welchen die an dieser Stelle auf gleiches Maass verbreiterten Bodenplatten der Träger eingreifen, so dass hierdurch auch gleichzeitig, falls der Träger aus zwei Theilen besteht, die über dem Pfeiler zusammengestossen werden, eine Ankerung dieser beiden auf der Säule gestossenen Träger entsteht. Die beiden Träger sind aber dann ausserdem durch zwei Laschen, die mit Mutterschrauben an den Seiten der beiden Träger festgeschraubt sind, fest mit einander zu verbinden. Die Deckplatte des Kapitäls greift mit einem zylinderförmigen Ansatz in den Säulenzylinder ein.

Die Aufstellung der Säule geschieht, wie aus obigen Figuren zu ersehen ist, auf einer gusseisernen mit dem Fundamente verbolzten Bodenplatte, die in der Mitte eine Verstärkung von $2^1/_2$ Zentimeter erhält, welche in die Säulenhöhlung genau hineinpasst.

Werden unter den Gewölbebalken besondere Träger zur Unterstützung derselben angeordnet und diese Träger wieder durch Säulen unterstützt, so findet man sehr häufig, dass hierzu nur ein einzelner Träger benutzt wird.

Figur 184.



Es ist aber unter allen Umständen vorzuziehen, den unterzulegenden Träger aus zwei neben einander liegenden und fest mit einander verschraubten eisernen Balken bestehen zu lassen, um die sehr leicht entstehenden Seitenbewegungen, welche bei einem einzelnen länger freiliegenden Träger stattfinden und dessen Seitwärtskippen leicht veranlassen können, zu verhindern. In Figur 184 sind beide Fälle näher dargestellt.

Zur Erreichung einer festeren Lage des Trägers werden an die Bodenplatten der Gewölbebalken vorstehende Ansätze befestigt, zwischen welchen Ansätzen der Träger eingelegt wird. Dass hierdurch aber bei einem einfachen Träger etwa entstehende Seitenbewegungen nicht genügend verhindert werden können, liegt klar auf der Hand.

Manger gibt in seinem Werke „Blätter für die gewerbliche Baukunde" 4. Heft, folgende sehr einfache Berechnungsformel für die nötige Stärke der Säulen und Träger an.

In Bezug auf den in obiger beschriebener Figur erwähnten Fall, Unterstützung des Trägers durch eine eiserne Säule, nimmt derselbe an, dass die eisernen Träger, welche in der Mitte durch gusseiserne Säulen unterstützt werden sollen, zwischen den Mauern eine Länge von 34 Fuss erhalten und ferner 8 Fuss von Mitte zu Mitte von einander entfernt sind. Hiernach haben die Säulen jede einen Flächenraum von 8 $\times$ 17 Fuss oder 136 Quadratfuss zu tragen. Das Gewicht des Quadratfusses ist für das Gewölbe und ein flaches Ziegelpflaster darüber für die Belastung des Bodenraums und für das Dach, einschliesslich dessen Belastung durch Schnee und Windstoss zu 120 Pfund angenommen, so dass demnach jede Säule im Ganzen eine Last von 16320 Pfund zu tragen erhält. Bezeichnet nun P die Gesammtbelastung, D den äusseren Durchmesser und d den inneren Durchmesser der Säule und ferner L die Länge derselben, so ist

$$P = 6000 \frac{D^4 - d^4}{L} \text{ und hieraus ergibt sich}$$

$$\text{die Grösse } D = \sqrt[4]{\frac{P \cdot L^2}{6000} + d^4}$$

Setzt man nun in dieser Gleichung den Wert für P = 16320, ferner d gleich 4 Zoll und L gleich 10 Fuss, so erhält man

$$D = \sqrt[4]{\frac{16320 \cdot 100}{6000} + 256} = \sqrt[4]{528} = \sqrt[2]{22,97}$$

$$\text{oder } D = 4,79 \text{ Zoll} = \text{nahe } 5 \text{ Zoll},$$

so dass also die Säule bei 5 Zoll äusserem Durchmesser eine Wandstärke von $\frac{1}{2}$ Zoll erhält.

Diese hier gefundene Stärke genügt vollständig und bietet für die hier angenommene Belastung hinreichende Sicherheit. Wendet man zum Vergleich hiermit die von *Hodgkinson* aufgestellte Formel für den Widerstand gegen das Zerknicken an, welche derselbe aus einer Reihe sehr genau angestellter Versuche gefunden hat, so würde für den obigen Fall noch eine etwas geringere Stärke genügend sein.

Bezeichnet nämlich W das zerknickende Gewicht in Pfunden, so hat man unter Beibehaltung der Grössen D, d und L nach *Hodgkinson*

$$W = 101618 \cdot \frac{D^{3,55} - d^{3,55}}{L^{1,7}}$$

Nimmt man nun 10fache Sicherheit und setzt statt W oben angegebenes Gewicht P gleich 16320, so hat man unter Einführung der gegebenen Zahlengrössen für d und L

$$16320 = 10161 \cdot \frac{D^{3,55} - 4^{3,55}}{10^{1,7}} \text{ und hieraus erhält man}$$

$$D = 4,5555 \text{ Zoll.}$$

In Betreff der Bestimmung der Stärke des Querschnitts der Träger sagt *Manger* ferner:

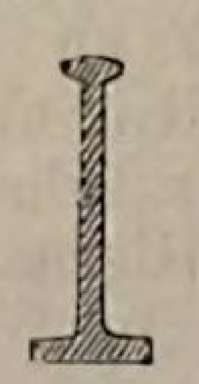
Jeder Träger hat ebenso wie die Säule einen Flächenraum von 8 $\times$ 17 Fuss gleich 136 Quadratfuss, oder wie oben angeführt, ein Gewicht von 16320 Pfund zu tragen. Das Gewicht ist als gleichmässig auf sämmtliche Träger vertheilt angenommen und desgleichen ist vorausgesetzt, dass die Enden der Träger mittelst Bolzen oder Verankerungen unwandelbar mit den Mauern und Säulen befestigt sind. Bezeichnet dann wieder P das Gewicht der Belastung, hier 16320 Pfund, L die Länge des Trägers oder hier gleich 17 Fuss; bezeichnet ferner h die Höhe des Trägers, welche hier gleich 12 Zoll angenommen wird, und ist b die zu suchende Eisenstärke des Trägers, so besimmt *Manger* die Abmessungen des Trägers nach dem Ausdruck

$P = 64 \times 29 \cdot \frac{b\,h^3}{L^2}$ für Gusseisen, oder nach Substituirung der angegebenen Zahlenwerte

$$16320 = 1856 \cdot \frac{b \cdot 1728}{289} \text{ und}$$

hieraus b = 1,47 Zoll.

Figur 185.



Zur grösseren Sicherheit erhält der Träger nach *Manger* oberhalb noch eine Verstärkungsrippe zu $2^1/_2$ Zoll Oberfläche und 1 Zoll Höhe und unten zum Auflager des Gewölbes eine Bodenplatte von 4 Zoll Breite und 1 Zoll Stärke, wie in nebenstehender Figur 185 näher dargestellt ist.

Wendet man in Bezug auf die eben angegebene Formel von *Manger*, die aus vielfachen angestellten Versuchen in der Eisengiesserei zu Leamington über die Festigkeit der gusseisernen Träger bei verschiedenen Arten der Belastung gefundenen Formel an, welche das brechende Gewicht in der Mitte des Trägers in Tons angibt, und welche Formel heisst

$$W = \frac{(a + {}^1/_2\, b)\, h}{l} \cdot 25$$

in welcher Formel a die Querschnittsfläche der unteren Flange, b die Querschnittsfläche der Mittelrippe, h die Höhe des Trägers und l die Länge desselben in Zollen ausdrückt, bezeichnet, so hat man, wenn man bei vorgenannten Träger die untere Verstärkungsrippe (Bodenplatte) von 4 Zoll Breite und 1 Zoll Stärke mit berücksichtigt und die Zahlenwerte substituirt

$$W = \frac{\left(4 + \frac{11 \cdot 1,47}{2}\right) 12}{17 \cdot 12} \cdot 25 = \frac{\left(4 + \frac{16,17}{2}\right) 12}{204} \cdot 25.$$

und hieraus W = 17,772 Tons oder

$$W = 17,772 \times 2240 = 39809,28 \text{ Pfund.}$$

Da aber bei obiger Bestimmung die Last über den ganzen Balken als gleichmässig vertheilt angenommen wird, und das hier gefundene Gewicht W dasjenige bezeichnet, welches in der Mitte des Trägers angehängt, den Bruch desselben bewirkt, so ist dieses Gewicht also doppelt zu nehmen und hätte man demnach unter der Voraussetzung der gleichmässigen Vertheilung der Last über die ganze Länge des Trägers

$$W = 2 \cdot 39809,28 = 79618,56 \text{ Pfund.}$$

Man hat sonach bei Anordnung der unteren Verstärkungsrippe, ohne Rücksicht auf die obere Verstärkungsrippe genommen zu haben, nach dieser Formel im Vergleich zu der obigen eine fast 5fache Sicherheit, welche durch Verbreiterung der unteren Bodenplatte noch erheblich vergrössert werden kann. Verbreitert man z. B. die Bodenplatte von 4 auf 5 Zoll, so ergibt sich für W = 19,24 Tons.

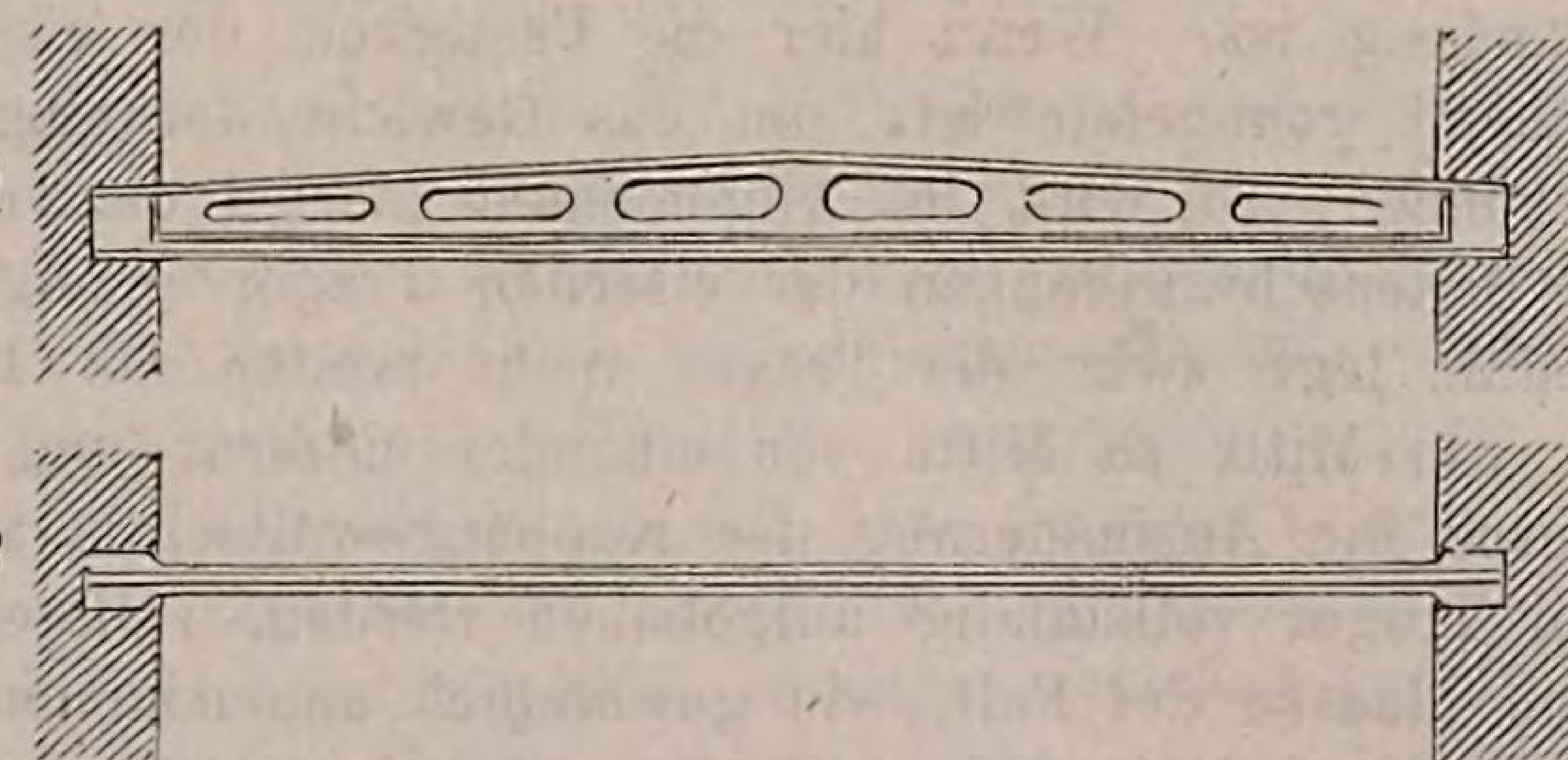
Die im Handel vorkommenden eisernen Träger haben meistens oben und unten gleich starke Verstärkungsrippen (Flangen). Hierdurch wird jedoch die Widerstandsfähigkeit durchaus nicht im richtigen Verhältniss vergrössert, indem hierbei auf eine richtige Vertheilung des Materials keinerlei Rücksicht genommen ist. Ein Träger besitzt nur dann erst die grösste Festigkeit, wenn das Material desselben so vertheilt ist, dass beide Ränder, sowol der obere als auch der untere Rand (also beide Flangen) gleichen Widerstand leisten, der obere in Betreff rückwirkender Festigkeit und der untere in Betreff absoluter Festigkeit; es hängt überhaupt die Festigkeit des Trägers von der richtigen Lage der Schwerlinie ab. Dieses kann aber nur dann stattfinden, wenn, wie schon erwähnt, die obere und die untere Flange eine gleiche Widerstandsfähigkeit, resp. gegen das Zerdrücken und gegen das Zerreissen haben, welches erhalten wird, wenn der Abstand der obersten Faser vom Schwerpunkt des Trägers zum Abstand der untersten Faser vom Schwerpunkt desselben sich verhält, wie die rückwirkende Festigkeit zur absoluten Festigkeit. *Hodgkinson* hat hierüber eine Reihe von Versuchen angestellt und daraus gefunden, dass die stärkste Form des Querschnitts erhalten wird, wenn der untere Rand sechsmal soviel Material enthält, als der obere Rand erhält, welches Grössen-

verhältniss 1 : 6 nahezu dem Verhältniss der absoluten Festigkeit zu der rückwirkenden Festigkeit des Gusseisens entspricht.

Die Weite, bis zu welcher man die Kappengewölbe zwischen eisernen Trägern ausführt, ist verschieden und hängt diese Weite wesentlich von der Stärke der eisernen Träger ab, welche angewendet werden sollen.

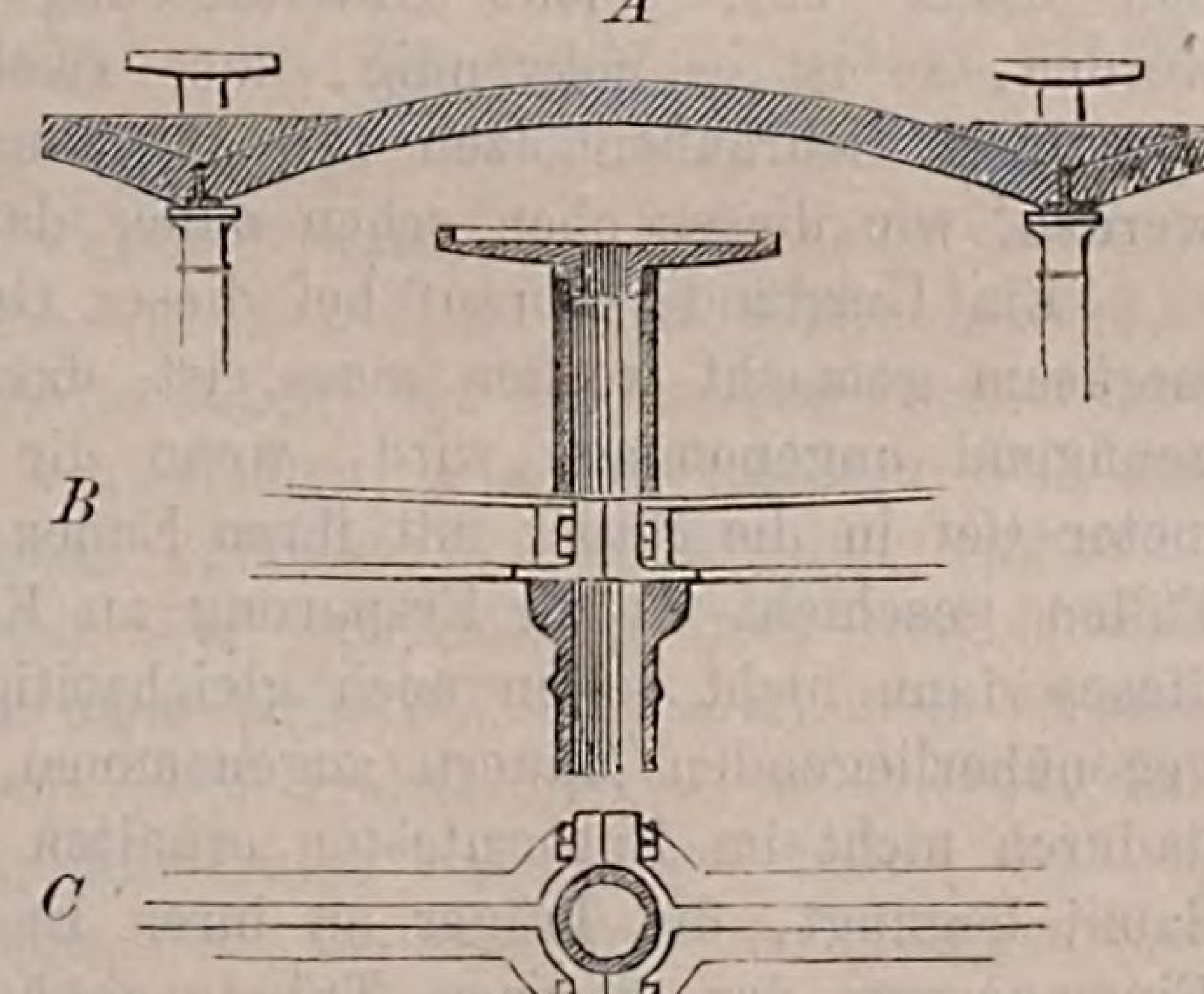
In nachstehenden Figuren 186 A B ist ein gusseiserner Träger dargestellt, welcher für eine grössere Kappenweite bestimmt ist[1]).

Figur 186.



Die lichte Weite der Kappen beträgt hier 3,139 Meter. Die freitragende Länge des gusseisernen Trägers, welcher in Figur 186 in der Seiten- und Oberansicht dargestellt ist, beträgt 5,727 Meter. Die mittlere Höhe desselben beträgt 47 Zentimeter und nimmt diese Höhe nach dem Auflager bis auf 34 Zentimeter ab. Die untere Stärke des Trägers ist 39 Millimeter, die obere Stärke 26 Millimeter. Am unteren Rande sind Verstärkungsrippen hergestellt, welche gegen Seitenschwankungen hindern und gleichzeitig die Widerlager für die Kappengewölbe bilden. Die untere Rippe verbreitert sich an den Enden zu einer 26 Zentimeter breiten und 31 Zentimeter langen Lagerplatte.

Figur 187.



Eine andere Konstruktion einer gewölbten Decke, welche in dem Wirthschaftsgebäude der Irren-Anstalt zu Schwetz ausgeführt ist (aus der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. 1854 entnommen), ist in nebenstehenden Figuren 187 A B C dargestellt.

Die Decke wird von sechs gusseisernen Säulen in der Mitte unterstützt. Diese Säulen haben 156 Millimeter Durchmesser und beträgt ihre Wandstärke 19 Millimeter. Die Säulen sind in der Höhe der Kappen mit einem starken Ansatz versehen, auf welchem und zwar die Säulen umfassend, die Gewölbeträger liegen. Die Gewölbeträger gehen bis zur Mittellinie der Säulen und sind an dieser Stelle zusammengeschraubt, wie aus den Figuren 187 ersichtlich ist. Die Säulen stehen 3,139 Meter von Mitte zu Mitte von einander entfernt. Die vier Eckpfeiler gehen bis zur oberen Balkendecke durch und sind hier dieselben unterhalb des Fussbodens mit einer starken gusseisernen Schale bedeckt, deren unterer Ansatz

[1]) *Mangers* Blätter für die gewerbliche Baukunde.

genau in den Säulenzylinder passt. Diese Schale dient den Ständern des über der Küche befindlichen Betsaals als Stützpunkt.

Die Gewölbeträger sind mit unteren und oberen Flangen versehen. Die obere Flange hat eine Breite von 39 Millimeter und die untere eine Breite von 13 Zentimeter. Die Höhe des Gewölbeträgers beträgt am Säulenkopf 14 Zentimeter und ist gegen die Mitte um 78 Millimeter erhöht.

Oben ist die Anordnung von Kappengewölben mit Anwendung eiserner Träger, wie sie gewöhnlich im Handel vorkommen und von den Bauunternehmern vielfach angewendet werden, näher dargestellt. Nach dem Bisherigen ist aber diese Anwendung durchaus nicht eine solche, die in allen Fällen auch zweckmässig ist. Wenn hier die Festigkeit der eisernen Träger auch eine hinreichend genügende ist, um das Gewicht der eingemauerten Kappen tragen zu können, so wird im Allgemeinen hierbei dennoch nicht zur Verhütung von Seitenschwankungen der eisernen Träger genügend Rücksicht genommen. Man legt zwar die Träger nicht weiter als 1,41 bis höchstens 1,57 Meter von Mitte zu Mitte von einander entfernt und nimmt gewöhnlich an, dass durch die Ausmauerung der Kappengewölbe die Seitenschwankungen der eisernen Träger vollständig aufgehoben werden. Dieses ist aber keineswegs in dem Maasse der Fall, wie gewöhnlich angenommen wird, sondern es finden diese noch fortwährend statt, wenn auch nur in erheblich geringerem Grade, wodurch aber die Gewölbe auf die Länge der Zeit unbedingt leiden. Um nun diese Seitenschwankungen ganz zu verhindern, ist es durchaus notwendig, dass die Träger unter einander vermittelst eiserner Zwischenstangen, wie dieses schon oben näher angegeben wurde, fest mit einander verbunden werden. Auch die freiliegende Weite dieser Träger bei einer Höhe von 177 Millimeter sollte nie grösser als höchstens 4,39 Meter angenommen werden. Auch die weiter oben angedeutete Unterstützung der Kappenwölbungen mittelst eines einfachen eisernen Trägers ist als eine durchaus fehlerhafte zu bezeichnen, weil ein solcher Träger, je nachdem der Druck gegen die eine obere Seitenkante desselben grösser als gegen die andere ist, sehr leicht umkippen kann. Soll daher eine solche Unterstützung mittelst eiserner Träger hergestellt werden, so ist es notwendig, dass zwei unmittelbar neben einander gelegte und durch Schraubenbolzen fest mit einander verbundene Träger angewendet werden, wie dieses oben schon näher dargestellt wurde.

Ein Umstand, worauf bei dieser Gelegenheit ferner noch besonders aufmerksam gemacht werden muss, ist, dass in vielen Fällen es als vollkommen genügend angenommen wird, wenn die eisernen Träger höchstens 18 Zentimeter tief in die Mauer mit ihren Enden hineingelegt werden, und in manchen Fällen geschieht es zu Ersparung an Kosten kaum 15 Zentimeter; es wird dieses dann nicht selten noch gleichzeitig als eine Verankerung der einander gegenüberliegenden Mauern angenommen. Eine solche Verankerung wird aber dadurch nicht im Entferntesten erhalten und am wenigsten, wenn man sich damit begnügt, die Träger an ihren Enden dicht zu bemauern. Eine solche Einmauerung der eisernen Träger genügt durchaus nicht, wie der Verfasser auch schon mehrfach Gelegenheit hatte, sich zu überzeugen. Bei einem Falle waren die Träger gelegt und an ihren beiden Enden und in der Mitte eingemauert; die Träger lagen an ihren Enden etwa 15 Zentimeter auf Mauerwerk. Die Kappen waren noch nicht zwischen gemauert. Ueber die Träger hatte man Bretter gelegt und darüber einen bedeutenden Haufen Ziegelsteine aufgestapelt. Durch die Wegnahme dieser Ziegelsteine, welche während der übrigen weiteren Ausführung des Baues nach und nach stattfand, wodurch in Folge der not-

wendig dabei stattfindenden Erschütterungen ein Loslösen der Bemauerung der Träger erfolgte, entstand jedenfalls eine ungleiche Belastung und die Wirkung des Drucks erfolgte wesentlich gegen die eine obere Kante eines solchen Trägers. Hierdurch wurde derselbe umgekantet; dieses erfolgte aber auch noch bei zwei neben liegenden anderen Balken; dieselben wurden, nachdem die Unterstützungsmauer in der Mitte derselben umgestürzt war, gewaltsam mit ihren Enden aus der Mauer herausgerissen und stürzten mit der Belastung in den Keller herab. Der eine Träger hatte hierbei eine Biegung erhalten, deren Pfeilhöhe über 62 Zentimeter betrug.

Es ist nicht allein zum Zweck der Verankerung der Mauern eine feste Verbindung der Träger mit der Mauer notwendig, sondern auch zur Erhaltung einer grösseren Stabilität der Gewölbe selbst ist eine feste Verspannung der Träger erforderlich, welche durch die Verankerung erhalten wird. Eine derartige Verankerung ist nun auch sehr leicht herzustellen, indem man das zu den Ankern zu verwendende Platteisen mit dem eisernen Träger fest vernietet oder durch kleinere Schraubenbolzen damit verbindet und am äusseren Ende diese Anker mit einer Schraubenspindel versieht, welche durch eine vor die Mauer gelegte starke eiserne Platte hindurch geht, gegen welche dann eine starke Mutter fest gegengeschraubt wird. Ferner aber sollte man die eisernen Träger stets mindestens 26 Zentimeter tief in die Mauer eingreifen lassen und dieselben dann nach vorgenommener Verankerung fest vermauern. Auch das Auflager dieser Träger in der Mauer muss berücksichtigt werden. Es ist fehlerhaft, wenn man den Träger unmittelbar auf das Mauerwerk legt, weil dasselbe durch die stattfindende fortwährende Reibung des eisernen Trägers in Folge vorhandener Erschütterungen an dieser Stelle notwendig leidet, wovon der Nachtheil jedenfalls später in die Augen treten wird. Es muss unter jedem Trägerende und überhaupt, wo der Träger durch Mauerwerk unterstützt wird, eine eiserne Platte gelegt werden, wodurch der Druck des Trägers auf eine grössere Fläche der Mauer vertheilt wird und überhaupt die nachtheilige Wirkung des reibenden Drucks des Trägers auf eine Stelle der Mauer gänzlich aufgehoben wird.

Bei Herstellung dieser Kappengewölbe, wenn mehrere neben einander liegend hergestellt werden, wie dieses aber wol in allen Fällen stattfindet, ist dieselbe Vorsicht, wie schon weiter oben bei Herstellung von Kappen zwischen Gurtbogen erwähnt wurde, anzuwenden, nämlich dass zur Zeit stets mehrere, mindestens drei Kappen neben einander eingerüstet und eingeschalt werden müssen, und ist diese Vorsicht hier jedenfalls in noch weit höherem Maasse erforderlich, wenn die Träger ohne weitere Verbindung unter einander nur an ihren Enden eingemauert sind. Die Träger mögen in solchem Falle eine grössere oder geringere freiliegende Länge haben, so findet doch ein seitliches Ausbiegen derselben während der Ausmauerung der Kappen sehr leicht statt. Liegen die eisernen Träger verhältnissmässig sehr nahe an einander, so werden die Kappen wol aus freier Hand ohne Lehrgerüst ausgeführt und man findet dann nicht selten, um ein Ausweichen der Träger seitwärts während der Ausmauerung einer Kappe zu verhindern, dass Latten- oder Brettstücken zwischen die nächst liegenden noch freien Zwischenräume eingezwängt werden. Dass aber eine solche Ausführung durchaus unzweckmässig ist, liegt klar auf der Hand und ist diese jedenfalls auch die Ursache, dass nicht selten noch während der Arbeit durch irgend welche geringe Veranlassung

die eingemauerten Kappen zum Theil oder mannichfach auch ganz wieder herausfallen.

Bei den aus freier Hand gewölbten Kappen werden die einzelnen Schichten gewöhnlich nach der Breite der Kappe gemauert, so dass jede Schicht einen geschlossenen Bogen für sich bildet. Es ist aber jedenfalls hier die Anwendung eines Lehrgerüstes vorzuziehen, und am zweckmässigsten und für die Festigkeit der Kappen am vortheilhaftesten, die Kappen auf den Schwalbenschwanz einzuwölben. Liegen mehrere Kappen neben einander, so müssen, wie auch schon angeführt wurde, mindestens drei neben einander liegende Felder zugleich eingerüstet werden, und ehe das Lehrgerüst unter der ersten fertigen Kappe wieder entfernt wird, muss die Ausmauerung der dritten Kappe schon soweit vorgeschritten sein, dass ein Ausschieben des Trägers zwischen der zweiten und der dritten Kappe schon nicht mehr stattfinden kann.

Sind nun die Kappen sämmtlich fertig gemauert, so müssen dieselben auf ihrer Oberfläche, nachdem sie von allem Schutt gereinigt sind, vollständig mit Mörtel ausgegossen und die entstehenden Säcke, welche hier zwar nur eine sehr geringe Tiefe haben, dennoch bis über die eisernen Träger ausgemauert werden, damit die darüber zu legenden Fussbodenhölzer nicht unmittelbar auf die eisernen Träger und auf die Scheitel der Kappen zu liegen kommen, weil sonst jede entstehende Erschütterung über dem darüber liegenden Fussboden unmittelbar auch auf die eisernen Träger und auf die dazwischen eingemauerten Kappen wirken würde, welches aber für das Gewölbe selbst nur höchst nachtheilige Folgen würde haben können.

Endlich muss noch erwähnt werden, dass diese Gewölbekonstruktion mit eisernen Trägern, so grosse Vortheile sie auch in mancher Beziehung gewährt, dennoch nicht in solchen Räumen vortheilhafte Anwendung findet, wo unmittelbar darüber schwere Lasten gelagert werden sollen und in Folge dessen leicht vielfach schwere Erschütterungen entstehen, indem sie in diesem Falle noch weniger Sicherheit darbieten würden, als die oben näher beschriebenen zwischen Gurtbogen ausgeführten Kappengewölbe. Sollen aber dennoch solche mit eisernen Trägern konstruirte Gewölbe schwere Lasten zu tragen erhalten, so müssen die dazu erforderlichen Träger zu diesem Zwecke besonders konstruirt werden und bedient man sich dann am vortheilhaftesten der sogenannten Blechträger, welche so stark hergestellt werden müssen, dass sie nicht allein die darüber zu lagernde Belastung, sowie das Gewicht der einzuwölbenden Kappen mit grösster Sicherheit tragen, sondern auch durch die beim Auf- und Abbringen der zu lagernden Gegenstände jedenfalls entstehenden Erschütterungen nicht in Schwankungen gebracht werden. Da aber derartige Träger auch eine bedeutend grössere Höhe erhalten als in den gewöhnlichen Fällen stattfindet, so hat man dadurch gleichzeitig auch den grossen Vortheil, dass man den einzuwölbenden Kappen eine grössere Bogenhöhe geben kann.

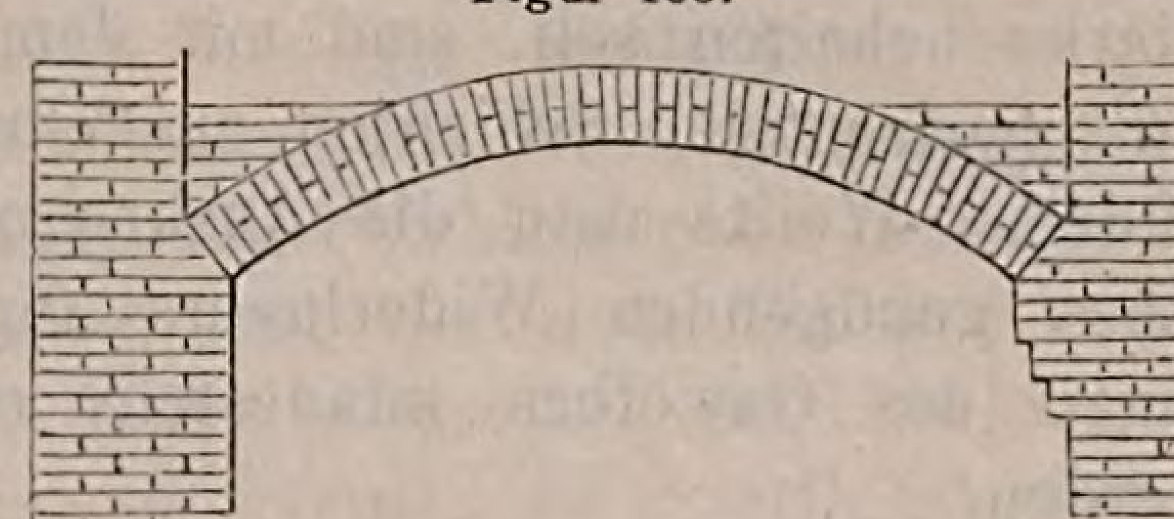
§ 52. Die Verstärkung der Widerlager durch Ueberkragungen.

Es wurde bereits in § 25 angeführt, in welcher Weise bei schwächeren Bogenpfeilern in Mauern die Anfänger der Bogen am vortheilhaftesten herzustellen sind, damit die Bogenpfeiler gleichzeitig auch Stärke genug behalten, um der weiter darüber aufgeführten Gebäudelast hinreichend Widerstand leisten zu können. In den in diesem Paragraph zu behandelnden Fällen wo nur von Verstärkung der Widerlager der Gewölbe die Rede sein soll, kommen die

früher erwähnten Rücksichten in Betreff der etwaigen äusseren Architektur ganz in Wegfall und wird daher hier nur wesentlich die Zweckmässigkeit der Anordnung der Konstruktion im Auge behalten. Es hindert dieses aber durchaus nicht, dass auch unter Umständen derartige Anordnungen, welche hier namentlich in Ueberkragungen bestehen und wovon hier weiter die Rede sein soll, sehr vortheilhaft zur Dekoration der ganzen Anlage benutzt werden können.

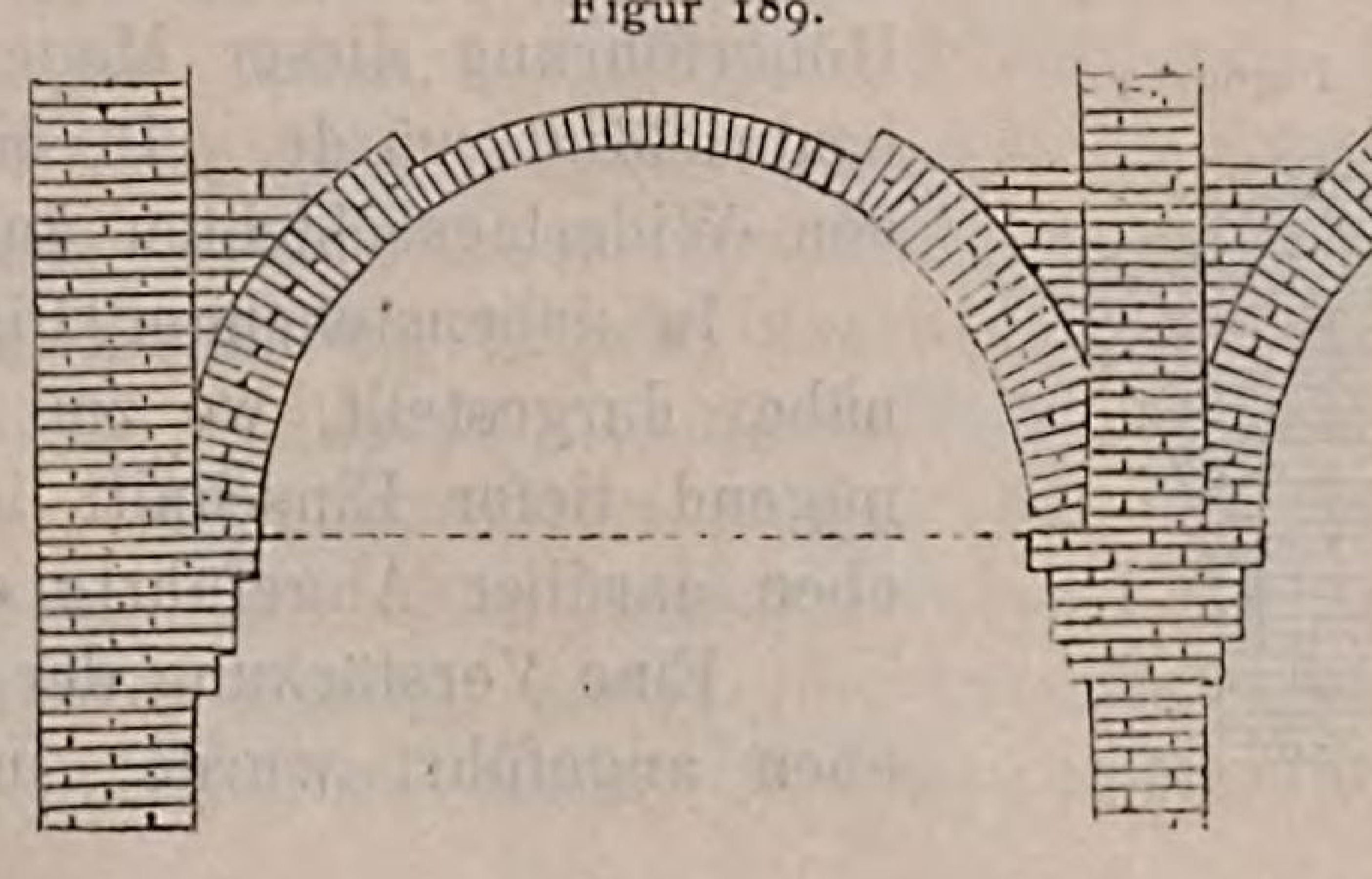
Was die Verstärkung der Widerlager der Gewölbe durch Ueberkragungen betrifft, so kann diese in verschiedener Art hergestellt werden, und zwar, indem man entweder die horizontalen Schichten unter den Anfängern der Gewölbe, also die Kämpferschichten konsolenartig aus der Mauer vortreten lässt, oder dass man die unteren Gewölbeschichten nicht aus Radialschichten, sondern aus horizontal liegenden Schichten bestehen lässt, welche Schichten dann an ihren Stirnseiten der Bogenlinie des Gewölbes gemäss behauen werden. In beiden Fällen werden Vortheile erreicht, indem man einmal dadurch die eigentliche Spannweite des Gewölbes verkleinert, und ferner aber auch gleichzeitig eine Verstärkung der Widerlager dadurch erhält, wie dieses aus den folgenden Beispielen näher hervorgehen wird.

Figur 188.



In der nebenstehenden Figur 188 ist ein flaches Gewölbe dargestellt, dessen rechtsseitiges Widerlager hier in drei gleichen Absätzen, zusammen 21 Zentimeter aus der Mauer vortretend, angeordnet ist, und zwar in der Art, dass die einzelnen Schichten der Ueberkragungen mit dem übrigen Mauerwerk jedesmal in vollem Verbande stehen. An der linken Seite bildet die begrenzende Seitenmauer unmittelbar das Widerlager, und wird an beiden Seiten die Höherführung der Mauern vorausgesetzt. Durch das vortretende rechtsseitige Widerlager wird die Spannweite des Gewölbes um 21 Zentimeter verkleinert; gleichzeitig wird aber dadurch auch, abgesehen von der geringeren Spannweite des Gewölbes das Widerlager insofern verstärkt, dass nunmehr der Druck des Gewölbes in verlängerter Richtung der Bogenlinie an einer tiefer liegenden Stelle gegen die Mauer wirkt, wo dieselbe jedenfalls schon eine grössere Stabilität an und für sich erhält. Ausserdem wird aber in dem hier vorliegenden Fall auch noch der Vortheil erreicht, dass die Mauer in ihrer vollen Stärke höher geführt werden kann und nicht durch das Einhauen des Widerlagers weiter geschwächt wird. Diese letztere müsste jedenfalls stattfinden, wenn das Gewölbe bis unmittelbar gegen die Seitenmauern geführt würde, wie dieses aus dem linksseitigen Widerlager zu ersehen ist.

Figur 189.



In nebenstehender Figur 189 ist ein halbkreisförmiges Gewölbe dargestellt, bei welchen beide Widerlager aus übergekragten Schichten bestehen.

Es ist hier angenommen, dass die beiden Seitenmauern in ihrer unteren Stärke auch bis über das Gewölbe hinaus höher aufgeführt werden

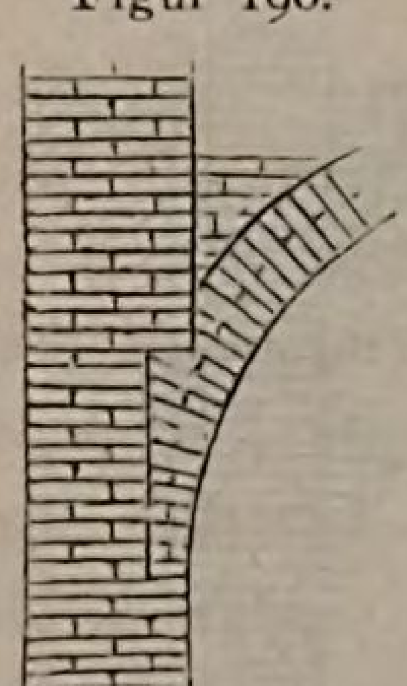
sollen. Wenn in dem vorliegenden Fall die Widerlager des Gewölbes ganz in der Mauer liegen sollten, so hätte man, zunächst in Betreff des linksseitigen Widerlagers in der Höhe des Anfängers des Gewölbes nach der ganzen Länge der Mauer eine Vertiefung in derselben herzustellen, welche mindestens eine halbe Steinlänge zur Tiefe haben müsste, so dass in einer bestimmten Höhe über dem Anfänger des Gewölbes die Mauer erst ihre volle untere Stärke wieder würde erhalten können, wie dieses aus weiter unten dargestellter Figur näher ersichtlich ist. Durch eine solche Anordnung würde die Mauer aber eine sehr erhebliche Schwächung erleiden, und würde dieselbe, wenngleich diese Vertiefung durch die später einzumauernden Gewölbeschichten auch wieder ausgefüllt würden, dennoch keinen grösseren Stabilitätswiderstand haben, als eine Mauer von gleicher Stärke wie bei dem Anfänger des Gewölbes. Es würde also die Verstärkung der oberen Mauer um die halbe Steinlänge, welche für das Widerlager ausgespart wurde, für dieselbe ganz überflüssig sein. Der einzige Vortheil, welcher hierdurch erhalten werden würde, wäre eine Verstärkung der drückenden Last auf die untere Mauer selbst, ohne dass aber dadurch die Stabilität der oberhalb des Gewölbes aufgeführten Mauer vergrössert werden würde.

Bei der vorliegenden Anordnung, wo die Mauer überall ihre gleiche Stärke behalten soll, sind mit dem übrigen Mauerwerk in Verband eine Anzahl horizontaler Schichten ausgekragt, welche das Widerlager des Gewölbes bilden. Wollte man die Auskragung vermeiden, so müsste zur Herstellung eines genügenden Widerlagers für das Gewölbe die Mauer bis zum Anfange des Gewölbes mindestens einen halben Stein stärker dann aufgeführt werden.

Bei der Zwischenmauer, welche, wie in der Figur angenommen ist, in der unteren Stärke ebenfalls bis über das Gewölbe hinaus aufgeführt werden soll, sind nach beiden Seiten hin die Widerlager für die Gewölbe durch eine Anzahl ausgekragter horizontaler Schichten hergestellt. Würden hier beide Widerlager in die Mauer gelegt und die hier angenommene Stärke der unteren Mauer auch für den höher zu führenden Theil beibehalten, so würde, da die Gewölbeschenkel an ihren Anfängern sich fast berühren würden und die Hintermauerung der Gewölbeschenkel an dieser Stelle nur eine sehr geringe Stärke erhalten könnte, bei der Höherführung der betreffenden Mauer die Hintermauerung hier als Keil unmittelbar auf die beiden Schenkel der Gewölbe drücken und diese herauszudrängen streben, welches aber für die Festigkeit der Konstruktion nur höchst nachtheilige Folgen haben würde, zumal, wenn die betreffende Zwischenmauer noch bedeutend höher aufgeführt würde und zur Unterstützung mehrerer darin gelegter Balkenlagen dienen sollte.

Ein anderer Fall würde es sein, wenn die Zwischenmauer nur dazu dienen sollte, die beiden Gewölbe zu tragen und demnach eine Höherführung dieser Mauer über die Gewölbe hinaus gar nicht beabsichtigt würde. In diesem Falle würde eine Ueberkragung von Widerlagsschichten durchaus überflüssig sein.

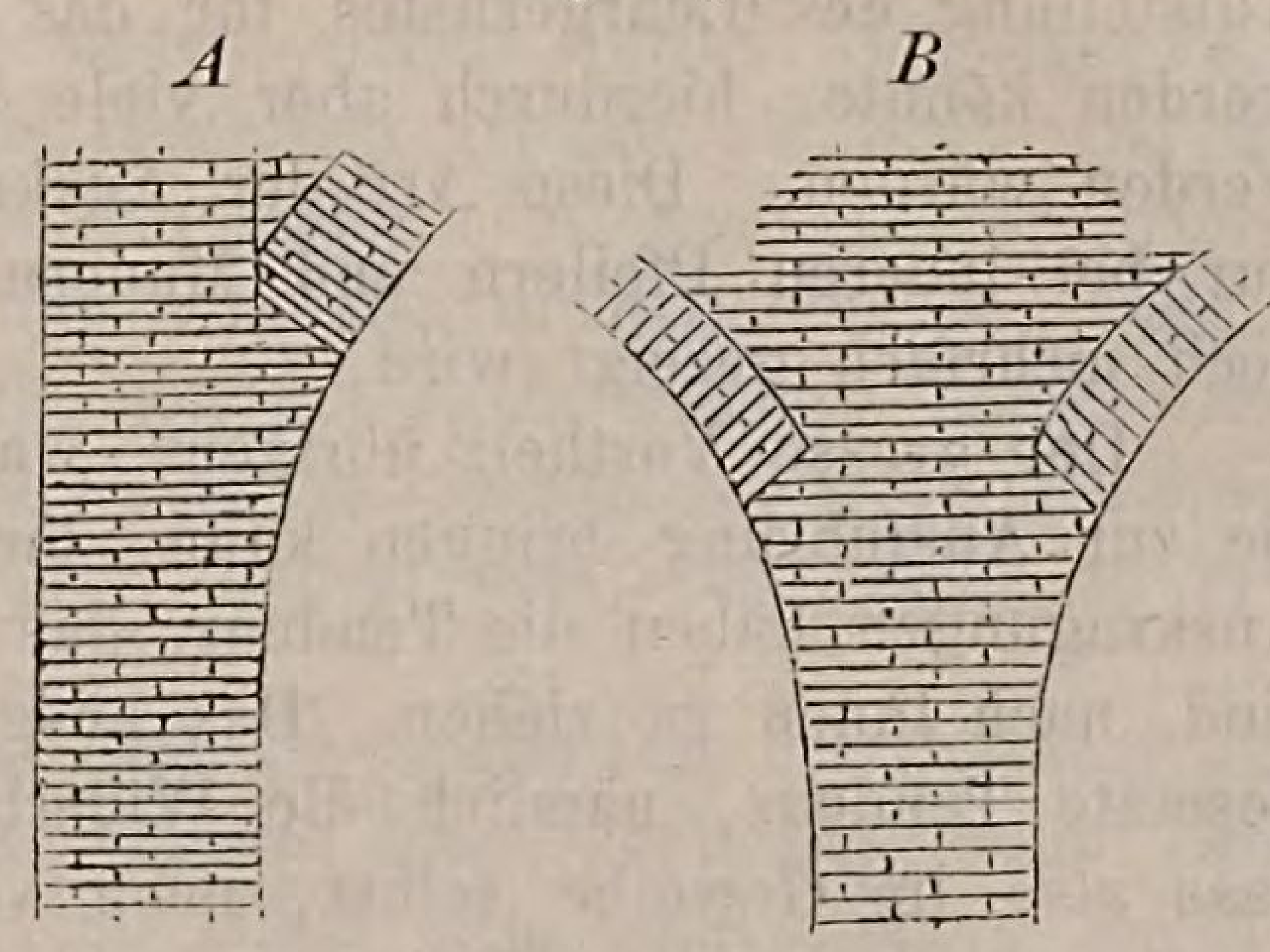
Figur 190.



In nebenstehender Figur 190 ist der oben erwähnte Fall näher dargestellt, wo zur Herstellung des Widerlagers ein genügend tiefer Einschnitt in der Mauer ausgespart wird. Das oben darüber Angeführte erhellt leicht aus der Zeichnung.

Eine Verstärkung der Widerlager lässt sich auch, wie schon oben angeführt wurde, in der Art herstellen, dass man die

Figur 191.



unteren Schichten des Gewölbes horizontal mit den übrigen Schichten der Mauer in vollständigem Verbande mauert und dieselben an ihren Stirnseiten nach der Bogenlinie des Gewölbes bearbeitet, wie dieses in den nebenstehenden Figuren 191 A B näher dargestellt ist.

In den hier dargestellten Fällen ist die Auskragung der Kämpferschichten soweit ausgeführt, dass das Gewölbe selbst mit seiner vollen Stärke ausserhalb der begrenzenden Mauer beginnen kann. Bei dieser Anordnung treten dieselben Vortheile hervor, wie bei den oben erwähnten Fällen und unter Umständen noch im erhöhten Maasse.

Bei ganz flachen Gewölben würde diese Art der Auskragung aber durchaus nicht anwendbar sein, weil dann die einzelnen vorgeschobenen Schichten zu dünne behauen werden und um der Bogenlinie zu folgen, zu weit über einander vorgeschoben werden müssten, so dass sie keinen Widerstand gegen die Last des Gewölbes selbst würden leisten können, wenigstens durchaus nicht in dem erforderlichen Grade und würde daher bei flachen Gewölben nur die oben angegebene Art der Auskragung horizontaler Schichten zur Anwendung gebracht werden können. Dagegen bei Gewölben, die nach Halbkreisbogen oder elliptischen Bogen ausgeführt werden, bietet diese Art der Auskragung der unteren Schichten, wie sie in nebenstehenden Figuren dargestellt ist, jedenfalls noch grössere Vortheile als die oben Angeführte, indem hier die ausgekragten Schichten einen Theil des Gewölbes selbst bilden.

Die Spannweite des Gewölbes wird in beiden Fällen verkleinert; im oben erwähnten Fall erhält man das Gewölbe aber in der ganzen Form und setzt sich dasselbe mit seinen Schenkeln gegen die hergestellten Auskragungen. Im zweiten Fall dagegen bilden, wie schon erwähnt, die Auskragungen einen Theil der Gewölbeschenkel selbst und bleibt nur ein Theil des Gewölbes als solches übrig, so dass also der lothrechte Druck auf die Auskragungen geringer wird. Der einzige Umstand, der bei dieser Anordnung Unbequemlichkeiten verursacht, ist, dass wenn die Auskragungen überall ihrem Zwecke vollständig entsprechen sollen, dieselben schon gleich mit den bezüglichen Mauern aufgeführt werden müssen. Im ersteren oben erwähnten Falle, bei welchem die horizontalen Schichten auskragen und an ihren Stirnseiten lothrechte Flächen bilden, ist dieses ohne alle Schwierigkeiten gleichzeitig mit der Aufführung der betreffenden Mauern herzustellen. In dem letzteren Falle aber muss die Auskragung, welche gleichzeitig mit der Mauer und damit im Verbande aufzuführen ist, an der Stirnseite nach der Gewölbelinie behauen werden. Wollte man die ausgekragten Schichten erst später bei Ausführung der Gewölbe nach der Bogenlinie behauen, so würden die einzelnen Steine in den Schichten losgeschlagen und ihr Verband mit dem übrigen Mauerwerk, sowie überhaupt ihre feste Lage gestört werden, wodurch aber diese Auskragung dann an Festigkeit jedenfalls ganz erheblich verlieren würde. Es müsste ferner auch bei der Ausführung dafür Sorge getragen werden, dass diese Auskragung, welche sich doch nur bis zu einer gewissen Grenze erhalten kann, bis zur Herstellung des übrigen Theils des Gewölbes unterstützt würde, welches zwar durch

Aufstellung des Lehrgerüstes für das später auszuführende Gewölbe erreicht werden könnte, hierdurch aber viele Unzuträglichkeiten wieder herbeigeführt werden würden. Diese Art der Auskragungen findet daher wesentlich auch nur bei inneren Pfeilern und Mauern Anwendung, wie bei späteren Fällen noch mehrfach gezeigt wird.

Der grosse Vortheil übrigens, welchen solche Auskragungen, wenn man sie zur Ausführung bringen kann, bieten, fällt leicht in die Augen. Diese Auskragungen haben die Tendenz, das übrige Mauerwerk, womit sie verbunden sind, nach Innen zu ziehen. Das ausgeführte Gewölbe aber hat die entgegengesetzte Tendenz, nämlich die Widerlagsmauer nach Aussen zu drängen, so dass also im Gewölbe selbst, nach vollständiger Herstellung desselben, sich zwei entgegengesetzte Kräfte äussern, die aber direkt aufeinander wirken und demnach die eine von der Anderen zum Theil zwar aufgehoben wird, wodurch aber gleichzeitig auch der Gewölbeschub gegen die äusseren Mauern jedenfalls ganz erheblich verkleinert, oder umgekehrt, der Widerstand der äusseren Mauer gegen den Gewölbeschub vergrössert wird.

Aber nicht nur zu diesem Zweck wendet man die Ueberkragungen an, sondern auch und zwar viel häufiger in denjenigen Fällen, wo es darauf ankommt, Horizontalflächen, welche ausser dem Gewölbedruck gegen ihre Kanten noch einen starken lothrechten Druck erleiden sollen, zu vergrössern. Dieses ist namentlich sehr häufig notwendig bei einzelnen Gewölbepfeilern, welche hauptsächlich bei den im folgenden Paragraph abzuhandelnden Kreuzgewölben vorkommen, wenn über den einzelnen Gewölbepfeilern Tragpfeiler zur Unterstützung der oberen Balkenlagen hergestellt werden, wie in Folgendem noch näher angeführt und durch Beispiele erläutert werden soll.

§ 53. Das Kreuzgewölbe.

Das regelmässige Kreuzgewölbe entsteht, wie schon im Allgemeinen in § 49 angegeben wurde, wenn zwei Tonnengewölbe von gleicher Höhe und Spannweite, oder auch, wenn zwei Kappengewölbe von gleicher Höhe und Spannweite sich unter einem rechten Winkel durchschneiden. Die Durchschnittslinien dieser beiden Gewölbe, welche elliptische Linien bilden und sich im Scheitel beider Gewölbe schneiden, heissen die Grate oder Gratbogen.

Verschieden von dem eigentlichen Kreuzgewölbe, sowol in Hinsicht der Konstruktion als auch der Ausführung ist das sogenannte Kreuzkappengewölbe, welches ebenfalls Grate hat wie das Kreuzgewölbe, wobei aber die Gratbogen die Hauptbogen bilden, zwischen welchen und den Stirnmauern die Kappen oder Kreuzkappen eingespannt werden, und welche letztere ihre Widerlager eigentlich auf dem Gratbogen erhalten und mit ihren Gewölbestirnen gegen die Stirnmauern oder gegen die das Gewölbe einschliessenden Gurt- oder Trennungsbogen stossen. Die Grundrissform eines regelmässigen Kreuzgewölbes oder eines Kreuzkappengewölbes ist ein Quadrat und die Diagonalen dieses letzteren bilden dann die horizontalen Projektionen der Grate. Allein es ist durchaus nicht die quadratische Grundrissform zur Herstellung eines Kreuzgewölbes erforderlich, sondern es ist die Anordnung eines Kreuzgewölbes auch in einem länglich viereckigen Raum möglich. Das Verhältniss der Länge des Rechtecks zu seiner Breite darf aber nicht zu gross sein, weil sonst die Herstellung des Kreuzgewölbes zu schwierig wird und ferner auch die Festigkeit des Gewölbes zu sehr darunter leiden würde, indem dann der Druck der

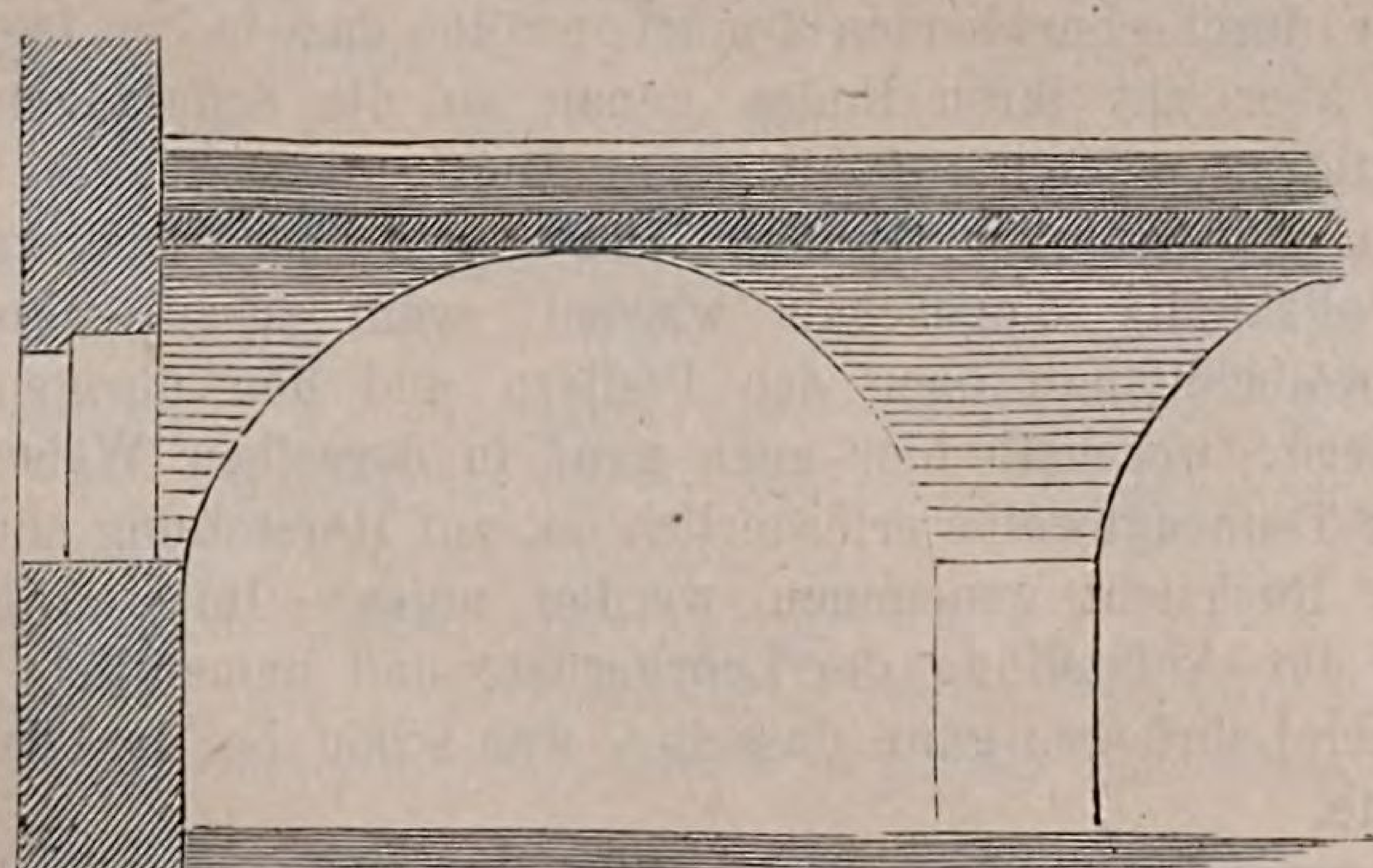
einzelnen Kappen auf die Grate zu verschieden wirken würde. Ist das Verhältniss der Länge des Raums zur Breite desselben grösser als 3 : 2, so ist es jedenfalls zweckmässiger, eine andere Gewölbeform zu wählen. Zur Herstellung der genannten Kreuzkappengewölbe sind aber nicht Räume von regelmässiger Grundform durchaus erforderlich, sondern es lassen sich auch diese Gewölbe über Räume von unregelmässiger Grundform herstellen, wie schon oben angeführt wurde und aus weiter unten angeführten Beispielen näher zu ersehen ist.

Es sind hiernach nun zwei Arten von Kreuzgewölben in Betracht zu ziehen; einmal ein solches Kreuzgewölbe, welches daraus entsteht, wenn zwei Tonnengewölbe von gleicher Spannweite und Höhe sich rechtwinklich durchschneiden und die einzelnen sich bildenden quadratischen Felder in den Gewölben selbst nicht weiter durch eingelegte Gurtbogen getrennt sind; und ferner sind diejenigen Kreuzgewölbe oder eigentlichen Kreuzkappengewölbe in Betracht zu ziehen, welche in einem durch Umfangsmauern oder durch Gurtbogen abgeschlossenen und begrenzten viereckigen oder vieleckigen, regelmässigen oder unregelmässigen Raum liegen und aus der nötigen Anzahl von Gratbogen und den zugehörigen eingelegten Kreuzkappen bestehen.

Die erstere Art dieser Gewölbe, das eigentliche Kreuzgewölbe, wird auf vollständigem Lehrgerüst ausgeführt, wo dagegen bei der zweiten Art, den Kreuzkappengewölben, nur die Diagonalbogen als Lehrbogen für die Grate aufgestellt sind und die Gewölbe im Uebrigen dann aus freier Hand gemauert werden müssen. Die Art der Ausführung dieser beiden Gewölbe ist sonach auch durchaus verschieden. Bei den Kreuzgewölben laufen die verschiedenen Gewölbe ohne alle Trennung durch, wo dagegen bei den Kreuzkappengewölben jedes einzelne Gewölbe durch Seitenmauern oder Gurtbogen für sich abgeschlossen wird und mit dem nächst angrenzenden nicht weiter in Verbindung steht.

Was nun die erstere Art von Kreuzgewölben betrifft, so ist in nachstehender Figur 192 ein solches im Durchschnitt näher dargestellt.

Figur 192.

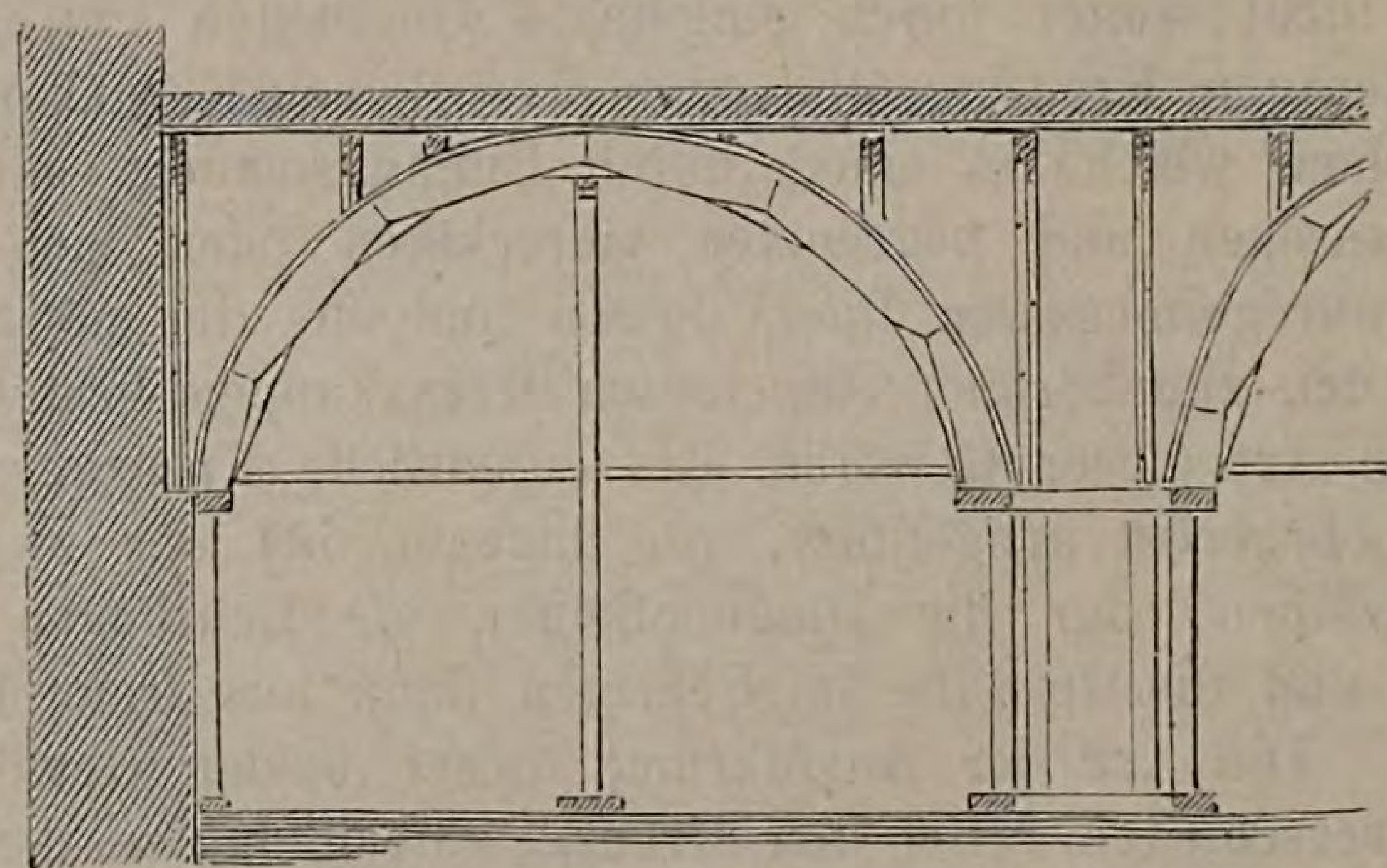


Es sind hier mehrere Reihen von Tonnengewölben nebeneinander angeordnet, welche durch $2^1/_2$ Steine breite Pfeiler von einander getrennt und der Quere nach durch mehrere Reihen von Tonnengewölben von gleicher Höhe und Spannweite, wie bei den ersteren, und ebenfalls durch $2^1/_2$ Steine breite

Pfeiler von einander getrennt rechtwinklich durchschnitten werden. Diese Quergewölbe sind ebenfalls bis an die äussere Mauer durchgeführt gedacht, und treffen dieselben ebenfalls mit ihren Stirnbogen gegen die Seitenmauern und ergeben sich die Horizontalprojektionen der Grate, indem man in den sich ergebenden Quadraten, wenn man die Pfeilerlinien verlängert, von den Pfeilerecken aus die Diagonalen zieht.

Um das hier dargestellte Gewölbe herstellen zu können, ist zunächst die Aufstellung der sämmtlichen Lehrgerüste erforderlich und werden zunächst diejenigen zu den nebeneinander liegenden Tonnengewölben aufgestellt, wie dieses in nachstehender Figur 193 näher angedeutet ist.

Figur 193.



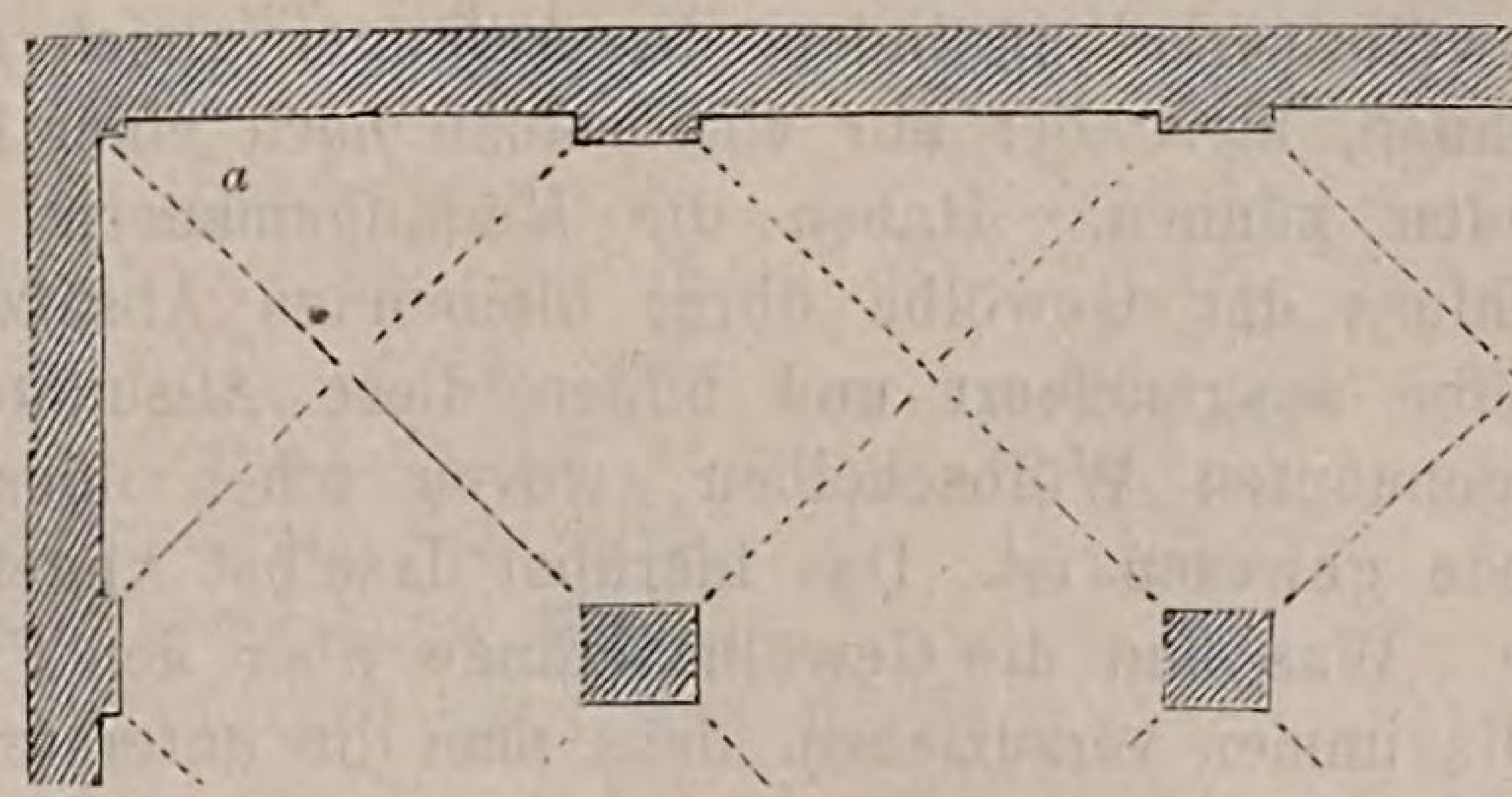
Sind diese vollständig aufgestellt, so stellt man für die durchschneidenden Gewölbe in der Reihe der Pfeiler jedesmal zwei volle Lehrbogen in derselben Weise auf, wie bei den übrigen Gewölben. Diese Lehrbogen dürfen jedoch nicht über die äusseren Kanten der Pfeiler vortreten, weil sonst die Anfangspunkte der Grate verschoben werden würden. Hierauf belegt man die Hauptlehrgerüste vom Anfange des Gewölbes auf mit Schalbrettern, jedoch nur anfänglich so weit, als erforderlich ist, um hier auf die unteren Schalbretter für die Gerüste der durchschneidenden Tonnengewölbe dazwischen legen zu können, welche Bretter aber mit ihren Enden genau an die Schalungen der Hauptgerüste sich anlegen müssen, damit keine Unregelmässigkeiten beim Mauern der Gewölbe in den Graten entstehen. Das ganze Lehrgerüst kann hier aber nicht gleich vollständig eingeschalt werden, weil es zu schwierig werden würde, die Gewölbeanfänge über den Pfeilern und den übrigen Widerlagern heraus zu mauern, wesshalb hier auch ganz in derselben Weise, wie es bei Ausführung der Tonnengewölbe erforderlich ist, auf Herstellung eines besonderen Arbeitsgerüstes Rücksicht genommen werden muss. Im Uebrigen gilt auch hier in Betreff der Aufstellung der Lehrgerüste und namentlich in Betreff der Unterkeilung der Lehrbogen ganz dasselbe, was schon bei den Tonnengewölben angeführt wurde.

Sind die ganzen Lehrbogen, wie bis dahin angeführt, vollständig aufgestellt, so werden zunächst nur zwei Schalbretter auf jede Bogenreihe und auf die Bogen der Zwischengewölbe aufgelegt und nunmehr die sämmtlichen Gewölbeanfänge gemauert.

Die Gewölbeanfänge an den Umfangsmauern werden unmittelbar auf die zu diesem Zwecke bei Aufführung der Umfangsmauern hergestellten Mauer-

absätze gesetzt. Werden diese Absätze zur etwaigen Ersparung an Material nicht hergestellt, so müssen an den Umfangsmauern den mittleren Pfeilern gegenüber, Pfeiler von gleicher Breite und mindestens in einer Steinbreite vor den Umfangsmauern vorliegend, gleichzeitig mit diesen aufgeführt werden, wie dieses in nebenstehender Figur 194 angedeutet ist.

Figur 194.



In den Ecken bei a werden dann ebenfalls vortretende Pfeiler hergestellt, welche jedoch nach jeder Seite hin ebensoviel Vorstand bekommen, als die übrigen vorspringenden Pfeiler. Diese sämmtlichen Pfeiler müssen bis zur Höhe der Gewölbeanfänge aufgeführt werden.

Ist nun die Wölblinie ein Halbkreisbogen oder ein elliptischer Bogen, so wird gleich die erste oder unterste Schicht des Gewölbes so zugehauen, dass sie mit ihrer inneren Laibungsfläche genau gegen die Schalung zu liegen kommt. Da aber bei diesen Anfängern gleich drei Seiten zu berücksichtigen sind, indem die Radialfugen der Schichten parallel mit der Mittellinie der bezüglichen Gewölbe laufen, so legt man zuerst die Steine der längsten Seite, bearbeitet aber gleich auch die an den beiden Ecken in den Grat treffenden Steine an ihren Stirnseiten, dass die daran zu legenden beiden kurzen Schichten mit ihren Oberflächen genau in die Verlängerung der Oberfläche der Stirnseiten der Ecksteine zusammentreffen, damit bei der nächstfolgenden Schicht die Ecksteine der kurzen Seiten darüber weggreifen können. Die Ecksteine dieser kurzen Schichten werden dann an ihren Stirnseiten ebenfalls wieder so zugehauen, dass ihre Oberflächen mit der Oberfläche der langen Schicht zusammentreffen. Dieses muss bei allen übrigen Schichten genau beachtet werden, indem hierdurch der Mauerverband in den Graten nur allein erhalten werden kann. In nebenstehender Figur 195 ist dieses in der Oberansicht dargestellt.

Figur 195.



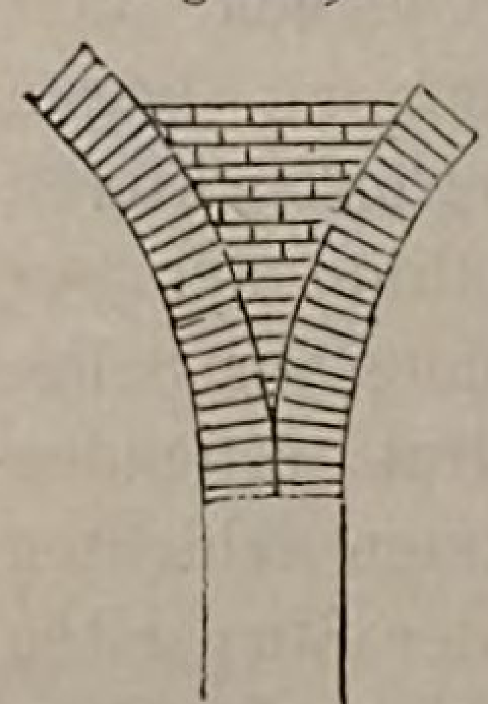
Ist die Wölblinie kein voller Halbkreis, sondern ein Kreisbogen, wie in obiger Figur angenommen ist, so wird zunächst das Widerlager gemauert und ist dieses hergestellt, so wird mit den Gewölbeschichten der Anfang gemacht, und zwar so, dass ihre Lagerfugen gleich Radialfugen bilden. An den Graten wird zur Herstellung des Mauerverbandes ganz dasselbe Verfahren berücksichtigt, wie eben vorher angegeben ist.

Bei den Gewölbeanfängen an den Umfangsmauern führt man die oben näher angegebene Auskragung der unteren Schichten im Ganzen seltener aus, es wäre denn, dass die Mauerabsätze oder die bei Aufführung der Mauern hergestellten Pfeiler einen bedeutenderen Vorstand erhalten, als oben angegeben ist. In diesem letzteren Falle ist es aber dann zweckmässig, dass man unmittelbar über dem Pfeiler und nur in der Ausdehnung desselben eine Ver-

tiefung in der Hauptmauer anordnet, welches auch ohne Nachtheil geschehen kann. Wollte man aber unter Weglassung der vortretenden Pfeiler für die Gewölbeanfänge nur Vertiefungen an den bezüglichen Stellen in der Hauptmauer anordnen, so würde man nur eine sehr mangelhafte Auflage für die Gewölbe erhalten, indem die Anfänger gleich nach drei Seiten hin sich ausdehnen, hier aber nur eine solche nach einer Richtung würde genügend stattfinden können. Haben die Umfangsmauern Absätze, so werden die nach Schluss der Gewölbe übrig bleibenden Absätze lothrecht bis unter das Gewölbe ausgemauert und bilden diese Ausmauerungen in jedem Gewölbe die sogenannten Wölbscheiben, wovon schon oben bei den Tonnengewölben die Rede gewesen ist. Das hierüber daselbst Angeführte gilt auch vollständig hier.

Was nun die Gewölbeanfänge über den Pfeilern betrifft, so ist es jedenfalls immer vorzuziehen. dass man die untersten Schichten der Gewölbeanfänge horizontal mauert und auskragt und die Stirnflächen dieser Schichten nach den bezüglichen Wölblinien bearbeitet. In vielen Fällen, wo nur verhältnissmässig schmale Pfeiler angewendet werden, ist diese Anordnung sogar durchaus notwendig, wie dieses sich auch aus den nachfolgenden Figuren deutlich ergibt.

Figur 196.

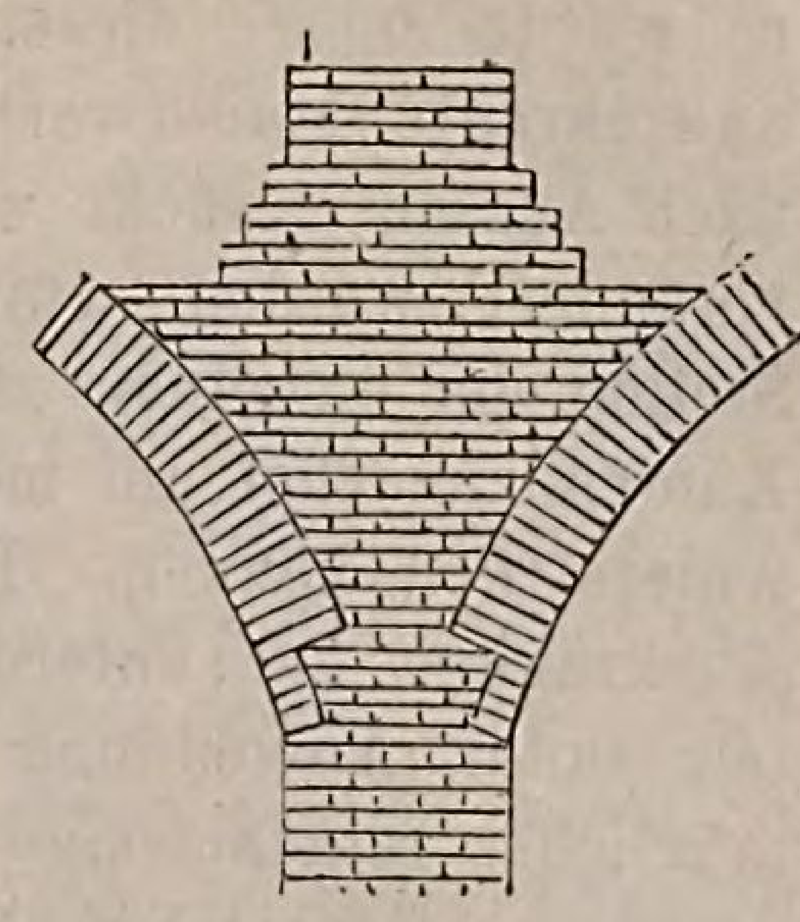


In nebenstehender Figur 196 ist ein Fall dargestellt, wo bei einem ausgeführten Kreuzgewölbe die untersten Schichten des Gewölbes, also die Anfänger über dem Pfeiler nicht ausgekragt waren. Der Raum über dem Gewölbe, welches schon älter war, war bis dahin nur als Hausflur benutzt worden und stets nur mit leichteren Waaren belagert gewesen und hatte sich unter diesen Umständen das Gewölbe vollständig gut erhalten. Später aber wurde das Gebäude zu anderen Zwecken eingerichtet und damit die oberen Böden desselben zum Lagern schwerer Waaren benutzt werden konnten, wurden auf die Ausmauerungen der Gewölbesäcke, lothrecht über den Kellerpfeilern, Ständer aufgestellt und darüber Träger zur Unterstützung der oberen Balkenlagen gelegt. Bei einer ziemlich schweren Belastung der oberen Böden zeigte sich plötzlich in den Bogenschenkeln ringsum bei jedem Pfeiler eine solche Fugenöffnung, wie in der Figur 196 angedeutet ist. Dieses Oeffnen der Fugen, wobei aber der obere Theil des Gewölbes nur sehr unbedeutend und kaum wahrnehmbar ausgedrängt war, konnte einzig und allein nur daher rühren, dass die nunmehr sehr stark belastete Ausmauerung der Gewölbesäcke als Keil auf die Gewölbeschenkel wirkte und diese ausdrängte. Es ist hierbei noch in Betracht zu ziehen, dass dieses Ausdrängen bei einem älteren Bauwerke stattfand, wo die Wirkung noch bedeutend dadurch abgeschwächt wurde, dass der Mörtel in den Fugen fast vollständig gebunden hatte, wenigstens durchaus erhärtet war. Um wie viel stärker würde aber dieser Uebelstand bei einem neu aufgeführten, gleich nach der Fertigstellung in Benutzung genommenen Gebäude hervorgetreten sein, wo der Mörtel in den Fugen noch weich ist und demnach ein Ausdrängen der Steine weit leichter stattfinden kann.

Bei der in nachstehender Figur 197 dargestellten Pfeilerkonstruktion tritt der bei dem vorigen Fall erwähnte Uebelstand schon in einem erheblich geringeren Grade hervor, weil hier doch ein Theil des Pfeilermauerwerks den lothrechten Druck von oben direkt aufnimmt; da aber auch hier noch ein Theil des lothrechten Drucks von dem Gewölbeschenkel aufgenommen wird, so ist es doch jedenfalls vortheilhafter, wenn man bei allen derartigen Pfeiler-

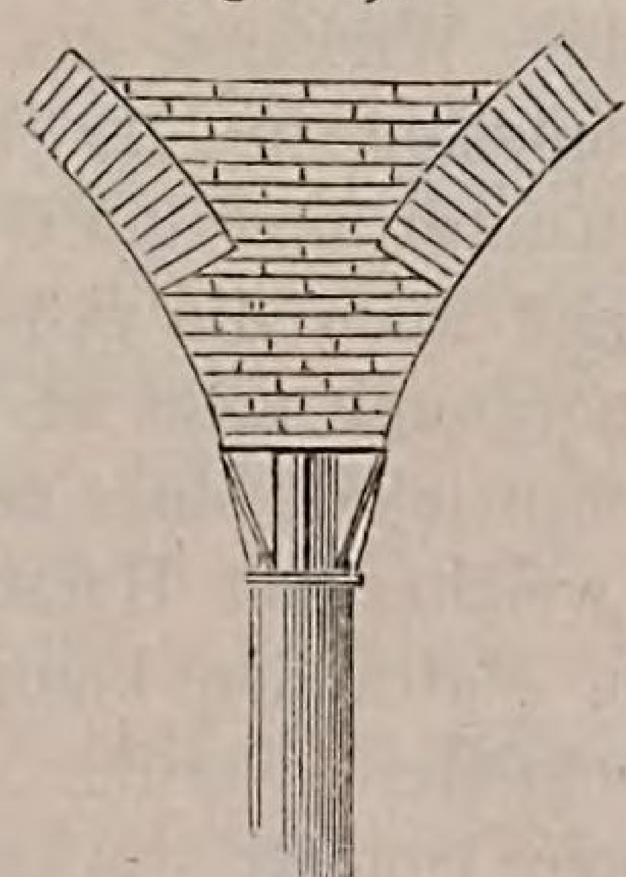
konstruktionen die unteren Schichten (Anfänger) des Gewölbes so hoch hinauf horizontal auskragt, dass der Pfeiler in seiner ganzen Querschnittsstärke den lothrechten Druck aufzunehmen hat, wie dieses auch in dem dargestellten Fall bereits näher angegeben wurde.

Figur 197.

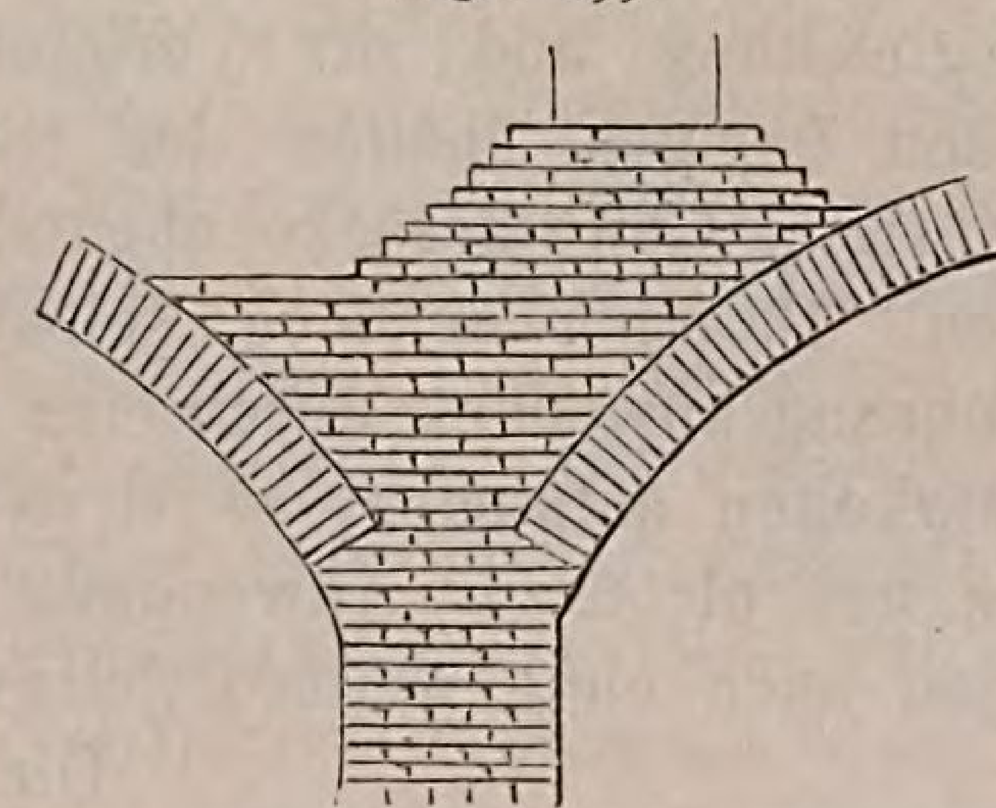


Sind die Gewölbepfeiler von Sandstein oder Gusseisen in Gestalt von Säulen angeordnet, wie in nachstehender Figur 198 dargestellt, wobei angenommen, die Säule sei von Gusseisen, so ist es durchaus notwendig, dass die unteren Schichten horizontal ausgekragt werden, weil sonst kaum Raum genug für die Anfänger der Gewölbe vorhanden sein würde.

Figur 198.



Figur 199.

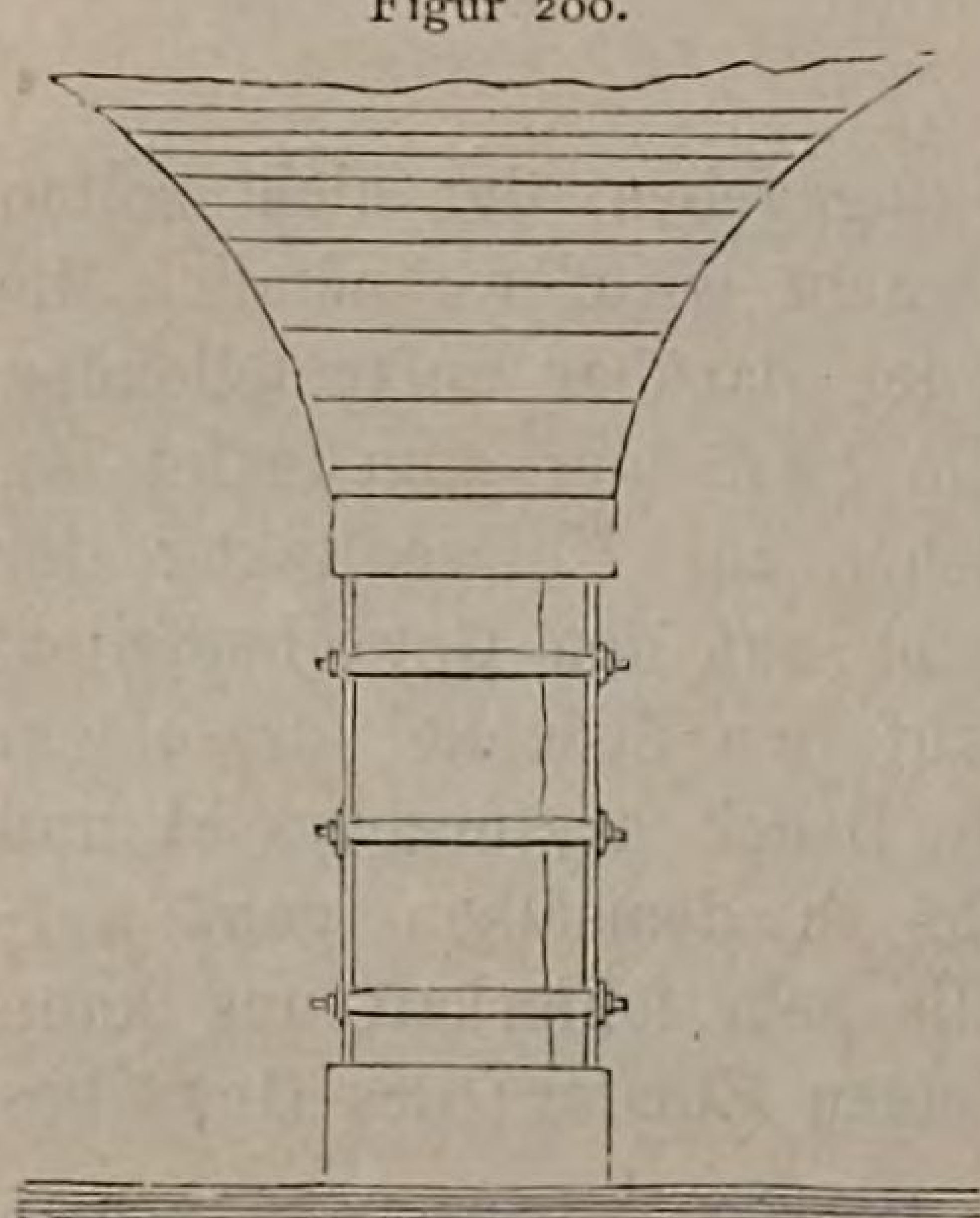


In der vorstehenden Figur 199 ist ein Fall angegeben, der nicht selten bei Ausbauten älterer Gebäude in Anwendung gebracht wird, wo nämlich die vorhandene Stellung der Gewölbepfeiler nicht zu der darüber aufzustellenden Pfeiler- oder Ständerreihe passt. In solchem Falle, wie hier angedeutet ist, drückt die Last des aufgestellten Ständers, welcher zur Unterstützung der oberen Balkenlagen dient, nicht direkt und lothrecht auf den Gewölbepfeiler, sondern auf das Gewölbe und zwar unmittelbar auf den Schenkel desselben, wodurch aber im Gewölbe ein durchaus ungleicher Druck hervorgebracht und das bis dahin vorhanden gewesene Gleichgewicht in demselben ganz aufgehoben wird. Eine solche Anordnung ist jedenfalls sehr fehlerhaft und kann bei einigermaassen schwerer Belastung der Böden einen Einsturz des Gewölbes veranlassen.

Sollte eine solche Anordnung der Stellung der Ständer, welche später zur Unterstützung schwerer Lasten zu dienen haben, bei einer neuen Anlage hergestellt werden, so müsste schon, um einigermaassen der dadurch hervorgerufenen Störung des Gleichgewichts entgegen zu wirken, das Gewölbe selbst bedeutend stärker gemacht und durch besondere über dem Gewölbe hergestellte Gurtbogen noch verstärkt werden. Wollte man dafür die Anfängerschichten des Gewölbes höher hinauf, wie hier angedeutet, horizontal auskragen, so würde man dadurch die Festigkeit des Gewölbes für den hier vorliegenden Fall durchaus nicht vergrössern, sondern man würde durch die Aufstellung der oberen Ständer eher das Gegentheil hervorbringen; denn in dem Sinne, wie oben von der Ueberkragung gesprochen und wo der Druck des Gewölbes in fast gleicher Richtung der vorderen abgeschrägten Stirnflächen auf diese

ausgekragten Schichten trifft, kann hier durchaus nicht die Rede sein, sondern es würde ausser dieser Wirkung noch ein lothrechter Druck von oben auf das ausgekragte Mauerwerk treffen und somit der Schwerpunkt dieser Auskragung nach Aussen gerückt werden, wodurch aber auch der Gewölbedruck wesentlich verändert werden würde. Ausserdem würden aber auch die schwächsten Stellen der einzelnen ausgekragten Schichten, nämlich ihre zugeschärften oberen Kanten zunächst am meisten leiden und diesem lothrechten Druck am wenigsten widerstehen können. Es dürfte daher in dem vorliegenden Falle eine weitere Auskragung der unteren Schichten nicht angewendet werden, und würde hier nur unter Anwendung der schon erwähnten Verstärkungen und durch eine möglichst regelmässige und hohe Ausmauerung des Gewölbesackes den sonst daraus entstehenden Nachtheilen einigermaassen vorgebeugt werden können. Es darf aber dann diese regelmässige Ausmauerung der Gewölbesäcke, sowie auch die angegebene Verstärkung des Gewölbes sich nicht nur auf diesen Theil, wo ein Ständer aufgestellt werden soll, beschränken, sondern zur möglichsten Ausgleichung und zur Verminderung der Wirkung des ungleichen Drucks in den übrigen Theilen des Gewölbes müssten in der angegebenen Weise die übrigen Gewölbesäcke ebenfalls ausgemauert und die Gewölbe verstärkt werden. Da aber dennoch, selbst wenn man auch die grösste Sorgfalt in der Ausführung anwendet, durch eine solche Anordnung nicht zu vermeidende Unregelmässigkeiten entstehen, so ist es immer vorzuziehen, dass man derartige Anordnungen gar nicht zur Anwendung bringt, welches bei Herstellung ganz neuer Anlagen auch ohne weitere Schwierigkeiten stattfinden kann.

Figur 200.



Die Gewölbepfeiler werden in Kellern, die zu Lagerräumen benutzt werden, entweder gemauert oder aus Sandstein oder Granit hergestellt. In nebenstehender Figur 200 ist ein Gewölbepfeiler aus Sandstein oder Granit bestehend, dargestellt, welcher jedoch aus drei verschiedenen Stücken bestehend, angenommen ist, nämlich dem Sockel, dem Pfeiler selbst und der Deckplatte.

So fest und solide auch eine solche Konstruktion in dem ersten Augenblick erscheinen mag, so leicht nachtheilig kann sie werden, wenn über dem Pfeiler später ausser der Gewölbelast noch eine bedeutende Belastung aufgebracht wird, wie dieses z. B. in grösseren Lager- oder Packhäusern der Fall ist. Bei Anwendung der hier dargestellten Anordnung ist es sehr schwierig, die Flächen der Steine, welche unmittelbar auf einander zu liegen kommen, so genau abzugleichen, dass bei einer grösseren Belastung der Druck der beiden auf einander liegenden Flächen überall gleichmässig stattfindet, also keinerlei Erhabenheiten in der einen oder der anderen Fläche vorhanden sind, welche dem stattfindenden Druck zunächst in höherem Grade zu widerstehen haben. Um den hieraus entstehenden Nachtheilen vorzubeugen und um überhaupt ein möglichst gleichmässiges und festes Lager der Steine auf einander zu erhalten, gibt man gewöhnlich Mörtel in die Fugen, wodurch zwar alle Unebenheiten ausgefüllt werden. Allein diese Mörtellage gibt noch keineswegs die genügende Sicherheit, selbst wenn man auch dieselbe in bedeutenderer Stärke, wie es gewöhnlich

geschieht, anwenden wollte; es wird hier stets ein weiteres Zusammenpressen derselben stattfinden und zwar so lange, bis die Steinoberflächen mit ihren vorragenden Theilen unmittelbar auf einander drücken, weil der Mörtel nur sehr langsam erhärtet, oder aber auch im Fall der schnelleren Erhärtung wegen der geringen Dicke der Fuge zermalmt werden wird. Tritt dieser Fall ein, so erleiden die erhabenen Stellen in den aufeinander liegenden Steinflächen den ganzen Druck und in Folge dessen findet dann auch sofort eine sehr ungleiche Pressung der aufeinander liegenden Steine statt, welches dann meistens zur Folge hat, dass der eine oder der andere Stein zersprengt wird, wie hier im vorliegenden Beispiel, welches bei dem Kellerpfeiler eines grossen Lagerhauses stattfand, angedeutet ist. Da die Sprengung sich mehr der äusseren Fläche des Würfels näherte, so hatte man zur ferneren Erhaltung des Pfeilers um den Stein eiserne Schraubenbänder mit hintergelegten eisernen Schienen angebracht. Dass aber ein solcher Fall bei weiterer Belastung sehr leicht gefährlich werden, und möglicherweise sogar den Einsturz des Gewölbes nach sich ziehen kann, liegt klar auf der Hand.

Diesen Nachtheilen lässt sich jedoch ganz vollständig dadurch vorbeugen, wenn man einen solchen Pfeiler, der bestimmt ist, schwere Lasten zu tragen, nur aus einem einzigen Stein bestehen lässt. Dadurch, dass das Ziegelmauerwerk unmittelbar auf dem Steinpfeiler liegt, wird ein mehr gleichmässiger Druck über die ganze Steinfläche hergestellt und wo dennoch ein grösserer partieller Druck stattfindet, äussert dieser nicht seine zerstörende Wirkung auf den Steinpfeiler, sondern auf den betreffenden Ziegelstein, welches auch ohne weiteren Nachtheil stattfinden kann, weil das Zerdrücken dann nur an einer Stelle und von sehr geringer Ausdehnung stattfindet. Ein hieraus entstehender Nachtheil ist aber auch schon desshalb nicht zu befürchten, weil die Belastung nie so gross wird, dass das Ziegelmauerwerk in seiner ganzen Ausdehnung darunter zermalmt werden kann. Bei grösseren Mauerkörpern, welche aus behauenen Steinen hergestellt werden, kommt der hier erwähnte Umstand nicht so sehr in Betracht, weil dann der Druck auf den einzelnen Quadratzentimetern nie so gross ist, sondern der lothrechte Druck über grössere Flächen vertheilt wird.

Was nun ferner die Ausführung der Gewölbe betrifft, so macht der Verband der untersten Gewölbeschichten über den Pfeilern bei Anwendung von Halbkreisbogen oder elliptischen Bogen stets einige Schwierigkeiten und schon dieserhalb werden diese untersten Schichten oder Gewölbeanfänge über den Pfeilern von den Mauerleuten gewöhnlich horizontal ausgekragt und über der fünften oder sechsten Schicht erst die Widerlager der Gewölbeanfänge nach der Richtung der Radialfugen hergestellt und darüber dann die ersten Gewölbeschichten gemauert, weil es dann erheblich leichter wird, den richtigen Mauerverband in den Gewölbegraten zu erhalten. Bei den Gewölbeanfängen an den Umfangsmauern wird, wie auch schon oben angeführt wurde, das Auskragen der untersten Schichten selten angewendet, weil hier die Widerlager gewöhnlich nur aus Absätzen von einer halben Steinlänge bestehen und solche ausgekragte Schichten mit dem dahinter befindlichen Mauerwerk nicht in den gehörigen Verband würden gebracht werden können. Bei den Anfängerschichten über den Pfeilern sprechen aber ausser den hier angeführten Gründen noch andere wichtigere Gründe für die Notwendigkeit der Auskragungen mit horizontalen Schichten, die bereits oben näher angegeben wurden.

Mauert man die Gewölbegrate mit ganzen Steinen (1 Stein stark), welches

in den unteren Theilen des Gewölbes auch stets in der ganzen Ausdehnung des Gewölbes geschieht, so ist jedenfalls am zweckmässigsten, wenn man an den Graten die Ecksteine einer jeden Schicht und namentlich die jedesmal überbindenden Steine am Grat aus Bindern bestehen lässt, und rückwärts dann nach beiden Seiten hin, je nachdem es der Mauerverband mit sich bringt, in den Gewölbeschichten Binder und Läufer abwechseln lässt. Diese Anordnung ist insofern zweckmässig, ja notwendig, weil, wenn das Gewölbe von oben her einen starken Druck erleidet und in Folge dessen sich etwas setzt, die Fugen in den Graten sich sehr leicht etwas öffnen und dann die Läufersteine, falls solche angewendet sind, sehr leicht lose werden und sich herausziehen lassen, welches aber weniger der Fall ist, wenn an diesen Stellen Binder gemauert sind, zumal die Maurer in den wenigsten Fällen so aufmerksam arbeiten, dass, um gleiche Kalkfugen zu erhalten, sie die Steine gehörig keilförmig behauen, sondern es wird, wenn bei Anwendung von Läufern die vorderen Gratsteine angehauen sind, an ihrer Stirn der untere Stein gewöhnlich dünner gehauen, und was dann zuviel weggeschlagen ist, wird durch eine stärkere Kalkfuge wieder ersetzt, wie der Verfasser mehrfach Gelegenheit gehabt hat zu beobachten, und wo dann durch Einwerfen von Mörtel und durch eingesetzte Steinzwicken in die geöffneten Fugen später die einzelnen Steine wieder befestigt wurden.

Sollen die Gewölbe später erhebliche Lasten zu tragen erhalten, so werden sie in ihrer ganzen Ausdehnung einen Stein stark gemauert und wechselt man dann selten Binder und Läufer mit einander ab, sondern man mauert dann gewöhnlich durchgehends Binder.

Hat man die Gewölbeanfänge sämmtlich hergestellt und die Schalung nach und nach, so wie es erforderlich wird, höher gelegt, so werden zu den durchschneidenden Tonnengewölben, zu welchen bis dahin in jeder Pfeilerreihe nur erst zwei Lehrbogen aufgestellt waren, in jedem Fache zu beiden Seiten dieser Lehrbogen die noch erforderlichen Lehrbogen, welche aber nicht mehr volle Bogen, sondern Bogenabschnitte sind, auf die Bretterschalung der Hauptbogenstellung aufgestellt und darauf festgenagelt, wie dieses auch in der oben dargestellten Anordnung der Gewölberüstung näher ersichtlich ist. Durch das genaue Aufschneiden der Schalbretter zu diesen Zwischengerüsten mit ihren Enden auf die Schalung der Hauptbogenstellung ergibt sich die Richtung und die Form der Gewölbegraten ganz von selbst und für die Ausführung auch hinreichend genau. Die weitere Ausführung der Gewölbe ist im Uebrigen ganz gleich wie bei den Tonnengewölben, indem hier die Schichten auch sämmtlich parallel mit den zugehörigen Widerlagern sind, und hat man nur die gehörige Aufmerksamkeit darauf zu richten, dass sowol an den Graten als auch in den übrigen Theilen des Gewölbes ein richtiger Verband eingehalten wird, welches aber auch keiner Schwierigkeit unterworfen ist. Endlich ist hier noch zu erwähnen, dass das Gewölbe von allen Seiten her immer gleichmässig aufgeführt werden muss, damit kein Verschieben des Lehrgerüstes stattfinden kann.

Was das Einbringen der Schlusssteine betrifft so gilt hier ganz dasselbe, was darüber bei den Tonnengewölben angeführt wurde, und bedarf es daher in dieser Beziehung keiner weiteren Erklärung. Sind die sämmtlichen Schlusssteine eingesetzt, so wird das Gewölbe auf seiner Oberfläche von allem Steinschutt gereinigt und nunmehr in der ganzen Ausdehnung mit Mörtel ausgegossen und darauf sämmtliche Säcke des Gewölbes gehörig ausgemauert.

Diese Ausmauerung muss, wenn nicht andere Umstände eine weitere Ausmauerung der Säcke verlangen, bis etwa zur halben Höhe des Gewölbes stattfinden.

Bei dieser zuletzt erwähnten Arbeit, nämlich der Ausmauerung der Gewölbesäcke, wird nicht selten mit Unverstand und Leichtsinn verfahren, indem man die Säcke mit Steinabfällen und Sand, oder gar mit Erde ausfüllt und abebnet, und darüber dann höchstens einige Schichten Mauerwerk herstellt. Dass aber eine solche Ausfüllung der Säcke dem beabsichtigten Zwecke keineswegs entspricht, liegt klar auf der Hand. Ein möglicherweise stattfindendes Ausweichen der Gewölbeschenkel kann durch eine solche lose Ausfüllung nicht gehindert werden. Kommt ferner auf eine solche Ausmauerung selbst später ein stärkerer Druck, dass etwa eine Mauer über derselben aufgeführt wird, so müssen auch sehr bald Senkungen in derselben entstehen. Abgesehen auch hiervon, so gibt eine solche Ausfüllung der Säcke auch nicht selten Veranlassung zur Bildung von Hausschwamm, der, wenn er einmal vorhanden ist, dann sehr schwierig wieder zu vertilgen sein wird, weil die eigentliche Ursache desselben dann nicht leicht gefunden wird, zumal sie keiner in den Gewölbesäcken vorzufinden glaubt.

Eine sehr ausgedehnte Anwendung dieser Kreuzgewölbe hat in dem Raffinerie-Gebäude der Badischen Gesellschaft für Zuckerfabrikation in Waghäusel stattgefunden [1]).

Diese Ausführung ist in mancher Beziehung interessant; einmal wegen der grossen Ausdehnung dieser Gewölbekonstruktionen, indem das Gebäude in allen Stockwerken gewölbt ist, und ferner wegen der Anwendung von gusseisernen Pfeilern in allen Stockwerken und ihre Verankerung unter einander. Das Gebäude erhielt sechs Stockwerke und einen Keller: die Decken der beiden obersten Stockwerke wurden als Kappengewölbe mit gegossenen eisernen Trägern ausgeführt, dagegen die sämmtlichen Decken der übrigen Stockwerke und des Kellers wurden Kreuzgewölbe.

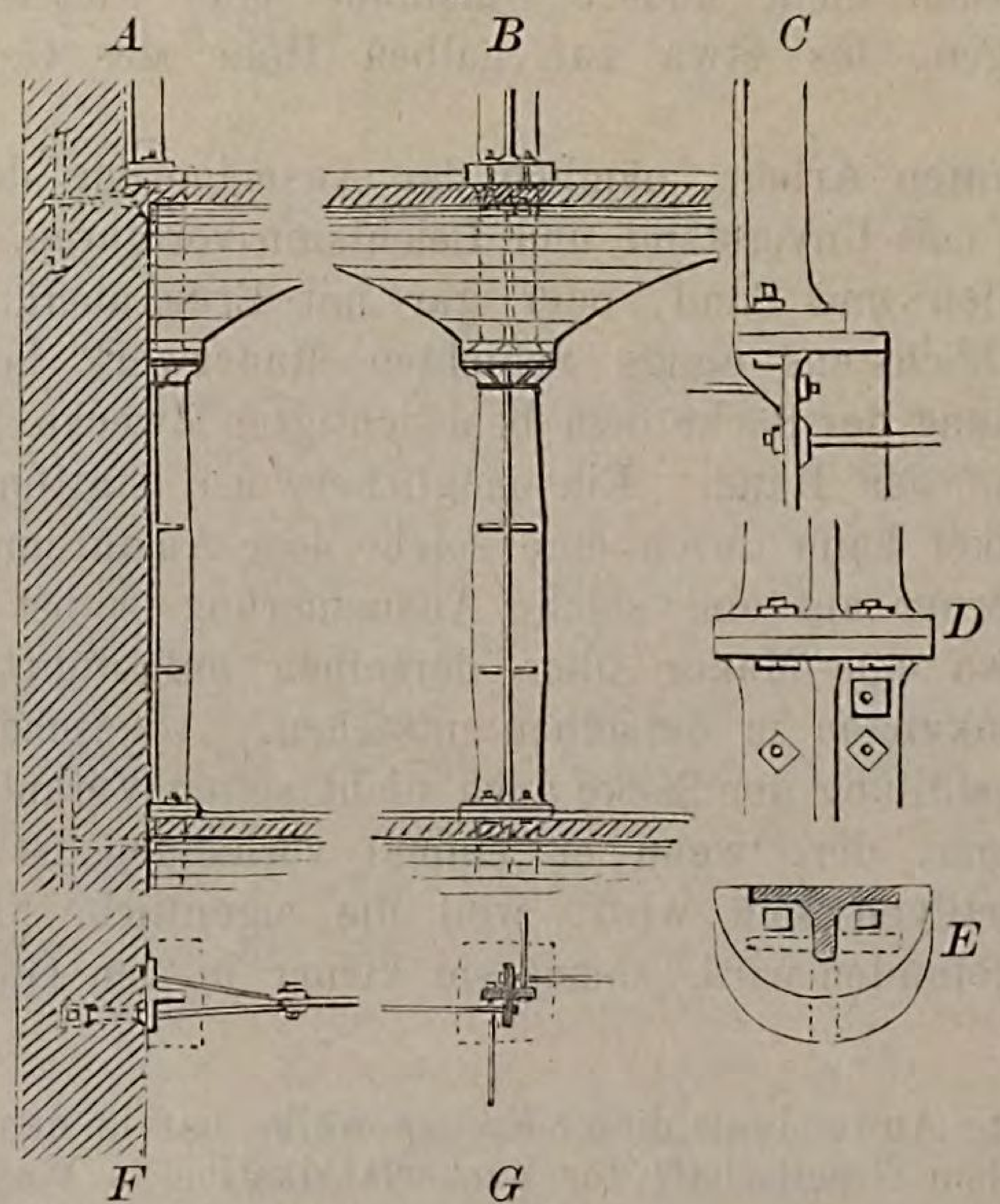
Um den Druck der Gewölbe nicht unmittelbar gegen die Umfangsmauern wirken zu lassen, und ferner, um das Setzen dieser hohen Umfangsmauern für die Gewölbe möglichst unschädlich zu machen, wurden in allen Stockwerken an denselben halbe eiserne Pfosten aufgestellt, welche den freistehenden innern Pfosten entsprechend sind. Diese Halbpfosten sind mit den Umfangsmauern mittelst Anker verbunden und mit den inneren freistehenden Pfosten durch eiserne Zugstangen, wodurch die einander gegenüber liegenden Mauern ebenfalls wieder mit einander verankert werden. Die sämmtlichen Zugstangen sind jedesmal in den Kreuzgewölben eingemauert, wodurch hier zwar der Vortheil erreicht wird, dass dieselben einmal sehr geschützt liegen und ferner auch von der Temperatur-Differenz gar nicht leiden; es ist aber auch wieder der Nachtheil, dass man etwa entstehende Beschädigungen an den Zugstangen nie vorher entdecken kann.

In umstehenden Figuren 201 A bis G ist die Konstruktion und Verbindung der Pfeiler unter einander näher angedeutet.

Die eisernen Pfosten reichen jedesmal von einer Bodenhöhe zu der andern und sind in der entsprechenden Höhe des Anfangs der Kreuzgewölbe mit einer Kapitälplatte und den unterstützenden Rippen zum Aufsetzen der Kreuzgewölbe versehen. Die Pfosten sind an ihren Enden mit runden angegossenen Platten von 19 bis 26 Millimeter Stärke versehen und sind diese an ihrer Oberfläche genau abgedreht, wodurch nicht allein ein ebenes Auflager der Pfosten aufeinander, sondern gleichzeitig auch ein Justiren der Pfostenlänge erzielt wurde. Die mittleren Pfosten wurden mit vier Schraubenbolzen, dagegen die Wandpfosten, bei denen die angegossenen Platten nur halbrunde

[1]) Allgemeine Bauzeitung von *Förster*, Jahrgang 1861.

Figur 201.



waren, mit zwei Schraubenbolzen unter Verwendung von Bleiringen in den Standfugen verbunden.

Von den durchschnittlich 13 Millimeter starken, in Schraubenspindeln endigenden Zugstangen laufen immer zwei in gleicher aber entgegen gesetzter Richtung von den freistehenden Pfosten zur Verbindung mit den benachbarten aus. Die vier mit dem Pfosten verschraubten Zugstangen wirken hier als zwei Kräftepaare, deren Wirkung sich gegenseitig aufhebt, so dass keine Drehung des Pfostens erfolgen kann. Die Wandpfosten sind auf etwa 62 bis 94 Zentimeter Länge mit verdoppelter Zugstange versehen, um auch hier einer einseitigen Drehung derselben vollständig zu begegnen.

Damit die Wandpfosten den Mauerabsätzen in den verschiedenen Stockwerken folgen konnten, mussten sie übersetzt werden, wie dieses in der Figur 201 C auch näher angedeutet ist. An den Stellen, wo die Zugstangen und Anker durch die Pfosten gehen, sind die dazu erforderlichen Oeffnungen durch angegossene Narben verstärkt.

Sämmtliche Pfosten wurden auf rückwirkende Festigkeit mit einer eigens zu diesem Zwecke konstruirten hydraulischen Presse geprüft und zwar mit einem Drucke, welcher dem doppelten zu tragenden Gewichte gleich kam.

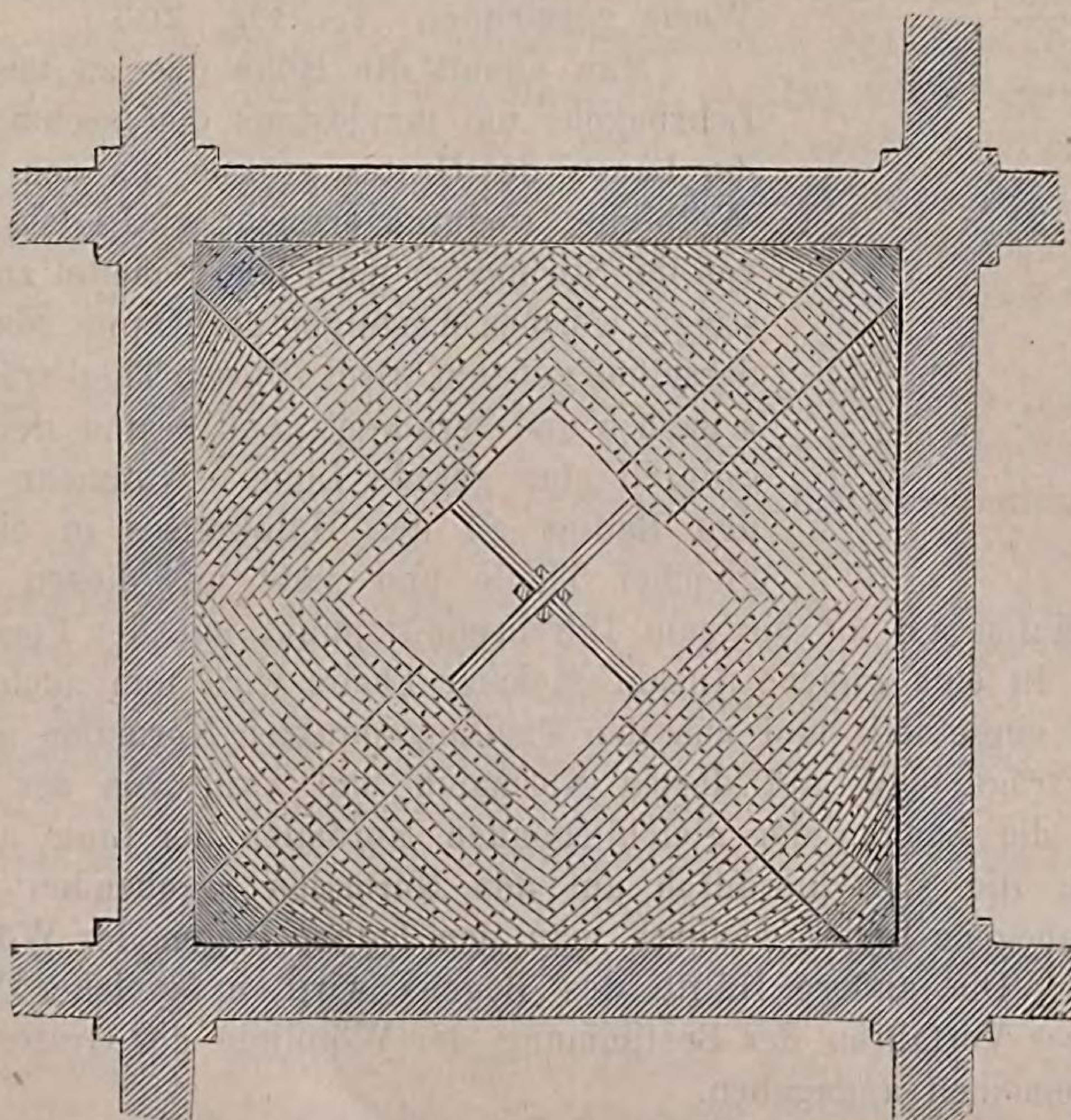
Was nunmehr die zweite Art der Kreuzgewölbe, nämlich die eigentlichen Kreuzkappengewölbe betrifft, so unterscheiden sich dieselben hinsichtlich ihrer Konstruktion und Ausführung von den oben beschriebenen Kreuzgewölben sehr wesentlich. Die oben beschriebenen Kreuzgewölbe, welche im eigentlichsten Sinne aus zwei sich durchschneidenden Tonnengewölben entstehen, werden mit Schichten, die den bezüglichen Widerlagern parallel sind, ausgeführt und finden dieselben ihren Hauptstützpunkt auf den Widerlagern selbst, so dass auch die zwischen den Graten vorhandenen Gewölbetheile (Kreuzkappen) nicht nur auf den Widerlagern ihren Stützpunkt finden, sondern in den Graten selbst vermöge des angeordneten Mauerverbandes sich gegenseitig stützen. Bei den jetzt in Rede stehenden Kreuzkappengewölben jedoch erhalten die Kreuzbogen ihre Widerlager unmittelbar in den Gratbogen, welche ihre Widerlager in den Ecken des zu überwölbenden Raumes erhalten und deren horizontale Projektionen mit den Diagonalen des zu überwölbenden Raumes parallel laufen. Es bilden demnach die Gratbogen, gegen welche die Kreuzkappen sich stützen und welche beide gleichzeitig zusammen aufgeführt werden, Diagonalbogen, die mit diagonalen Schichten ausgeführt werden. Es besteht demnach ein sehr bedeutender Unterschied zwischen dem eigentlichen Kreuzgewölbe und dem Kreuzkappengewölbe, wie dieses aus der weiter folgenden Beschreibung auch näher hervorgeht.

Das Kreuzkappengewölbe in einem regelmässigen viereckigen Raume besteht aus zwei Bogen, welche nach den Diagonalen des Raumes gespannt sind

und in der Mitte über demselben sich durchkreuzen. Zwischen diesen Hauptbogen, welche die Gratbogen bilden, werden die Kreuzkappen eingespannt, die aber, wie schon im Allgemeinen angedeutet, mit den Gratbogen zu gleicher Zeit aufgeführt werden und auf diesen ihre Widerlager erhalten; mit ihren Stirnen lehnen sich diese Kreuzkappen gegen die Umfangsmauern oder gegen besonders hergestellte, den Raum abschliessende Gurtbogen.

In nachstehender Figur 202 ist die Art der Ausführung eines Kreuzkappengewölbes näher dargestellt.

Figur 202.

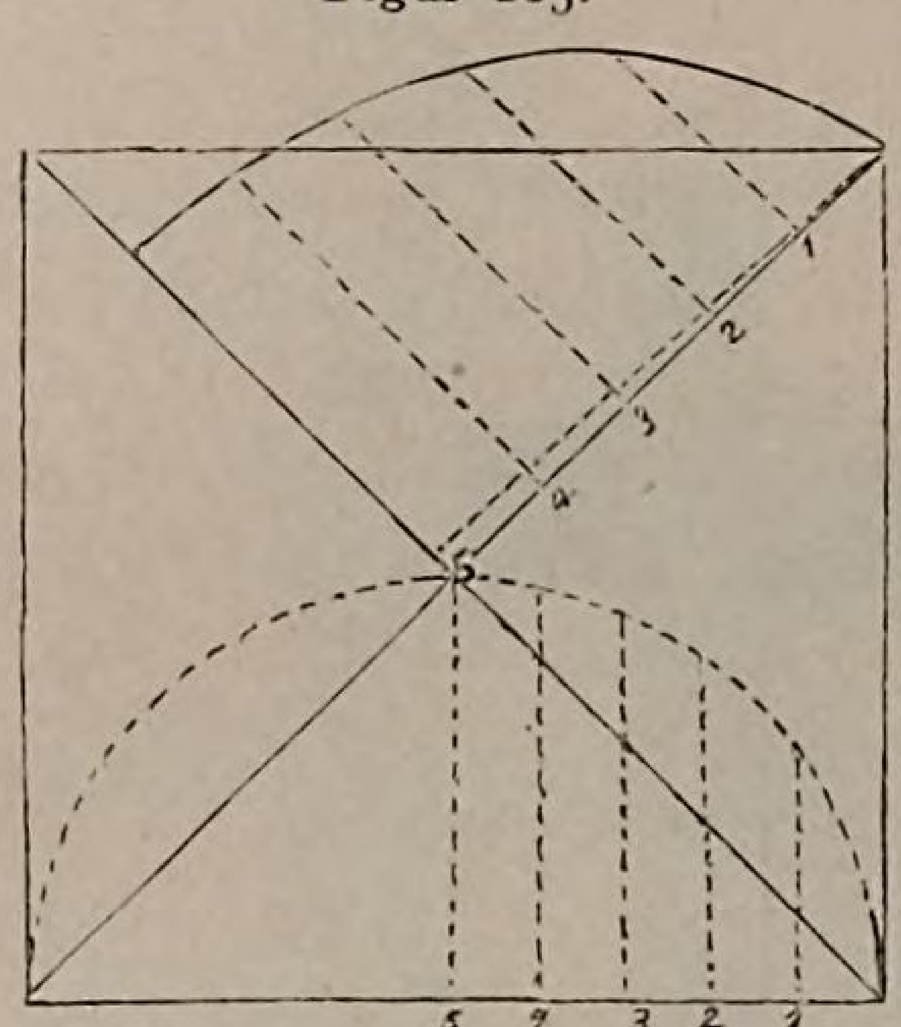


Die Gratbogen entspringen entweder unmittelbar aus den Ecken des zu überwölbenden Raumes oder auf besonders in den Ecken hergestellten Vorsprüngen, auf welche die Gratbogen aufgesetzt werden. Werden die Vorsprünge in den Ecken nicht angeordnet, so dass also die Gratbogen unmittelbar aus den Ecken entstehen, so werden an den bezüglichen Stellen bei Aufführung der Umfangsmauern gleich Vertiefungen gelassen, in welchen dann später die Gratbogen angefangen werden.

Was nun die Ausführung dieser Kreuzkappengewölbe betrifft, so ist zunächst die Herstellung des Lehrgerüstes erforderlich. Dasselbe besteht aber bei den in regelmässigen viereckigen Räumen herzustellenden Gewölben, wovon hier gegenwärtig nur die Rede ist, aus den beiden Diagonal- oder Lehrbogen zu den Gratbogen. Von diesen beiden Lehrbogen für die Grate wird einer in der Mitte (im Scheitel) durchschnitten, der andere dagegen bleibt ganz. Dieser letztere wird in der Mitte durch einen lothrecht aufgestellten Stiel (den Mönch) unterstützt. Die beiden Hälften des anderen Bogens lehnen sich von beiden Seiten gegen den ersteren Bogen und werden im Scheitel gleichzeitig von dem Mönch unterstützt.

Die Lehrbogen werden, wie schon oben bei den Tonnengewölben angegeben wurde, aus doppelt zusammengenagelten starken Brettern hergestellt. Zur Bestimmung der Bogenlinie der Lehrbogen ist zuerst festzustellen, ob die Wölblinie der Kappen an den Stirnmauern oder diejenige der Gratbogen maassgebend sein soll; gewöhnlich nimmt man aber diejenige der Kappen als maassgebend an und bestimmt hiernach die Bogenlinie für die Gratbogen.

Figur 203.



Wird nun der Halbkreis für die innere Wölblinie der Kappe an der Stirnmauer angenommen, so werden die Lehrbogen für die Grate in folgender Weise gezeichnet. (S. Fig. 203.)

Man nimmt die Höhe des zu bestimmenden Lehrbogens um mindestens den sechzigsten Theil der Länge des Grates grösser als den Radius der Wölblinie, wodurch erreicht wird, dass die Kappe von der Stirnmauer nach dem Scheitel zu etwas ansteigt, welches Ansteigen der Kappe „das Stechen“ derselben genannt wird. Diesen Theil trägt man von a nach b und verbindet dann b und den Eckpunkt c durch eine gerade Linie. Nunmehr theilt man den Radius a f des Halbkreises in eine Anzahl gleicher Theile und zieht aus diesen Theilungspunkten Normalen auf a f bis zum Durchschnittspunkt mit der Peripherie des Halbkreises. In eine gleiche Anzahl gleicher Theile wird nun auch die halbe Diagonale a c eingetheilt und aus den Theilungspunkten Normalen auf a c gezogen. Man trägt dann auf diesen Normalen und zwar von der steigenden Linie b c ab, die Längen der gleichliegenden Normalen der Linie a f auf und verbindet nun die sich hierdurch auf den Normalen ergebenden Endpunkte durch eine gebogene Linie, wodurch man den halben Bogen der Wölblinie des Grates erhält. Die andere Hälfte des Bogens wird in gleicher Weise bestimmt. Dieses Verfahren der Bestimmung der Wölblinie des Grates ist schon oben im Allgemeinen angegeben.

Wird für die innere Wölblinie der Kappe an der Stirnmauer der Spitzbogen angenommen, so wird der Gratbogen ganz in ähnlicher Weise verzeichnet, wie eben angegeben wurde und wird der Gratbogen dann in den meisten Fällen auch ein Spitzbogen, aber ein stark verflachter. Hierbei wird jedoch ebenfalls auf das Ansteigen der Kappe nach dem Scheitel hin Rücksicht genommen. Die Aufstellung der Lehrbogen ist bei diesen Gewölben ebenfalls so anzuordnen, dass sie nach dem Schluss des Gewölbes leicht und ohne weitere Erschütterung für das Gewölbe zu entfernen sind, und müssen dieselben daher bei ihrer Aufstellung unterkeilt werden.

Sind die Lehrbogen für die Grate aufgestellt, so wird in allen vier Ecken zugleich angefangen und zwar werden zuerst die untersten Schichten der Gratbogen gelegt. Dieselben werden so gelegt, dass ihre Lagerfugen rechtwinklich auf die Bogenlinie des Grats treffen. An der inneren Wölbung müssen die Steine gleich von dem Grat nach beiden Seiten hin etwas zugehauen werden, um das Ansteigen der Kappen vom Grat nach den Stirnmauern hin zu erhalten, wo die ursprünglich bestimmte Wölblinie der Kappe die Richtungslinie für diese angibt. Der Gratbogen wird gewöhnlich einen Stein hoch und werden die Gewölbe grösser, so nimmt man den Gratbogen $1^1/_2$ Steine breit und bei minder grossen Gewölben einen Stein breit. Die Kappen werden

aber gleichzeitig mit den Gratbogen in Verband aufgeführt. Die Kappen werden nur einen halben Stein stark gemauert. Die Lage der Steinschichten in den Kappen ist in obiger Figur von oben gesehen, dargestellt. Um den einzelnen Kappenschichten mehr Spannung zu geben, werden sie in ganz flachen Bogen geschweift, angelegt.

Die Kappen lässt man nicht stumpf gegen die Stirnmauern oder gegen die diese vertretenden Gurtbogen stossen, sondern es werden die Kappen mit ihren Stirnen eingelassen, wesshalb man vor Anfang der Gewölbemauerung nach der Bogenlinie der Kappe eine etwa 39 bis 52 Millimeter tiefe Rinne einhaut, die so hoch wie die Kappenmauerung wird, also eine Höhe von etwa 13 bis 15 Zentimeter erhält. Jedenfalls ist es aber vorzuziehen, wie dieses auch schon früher angeführt wurde, wenn diese vertieften Rinnen bei Aufführung der Mauern und Bogen schon angeordnet werden, weil dann später keine weiteren Beschädigungen mehr verursacht werden können. Die Kappen werden, wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, auf den Schwalbenschwanz eingewölbt.

Werden die Gewölbe durch Gurtbogen getrennt, so lässt man diese nach unten stets um mehrere Zentimeter vor der inneren Laibung der Kappe vortreten, weil dadurch jedenfalls eine grössere Festigkeit erhalten wird. Bei Aufführung der Gurtbogen wird hierauf gleich Rücksicht genommen und die für das Widerlager der Kappenmauerung erforderliche Rinne hiernach gleichzeitig angeordnet. Sollen innerhalb alter Mauern derartige Gewölbe hergestellt werden, so muss natürlich das Widerlager für die Kappen nachträglich eingehauen werden, wobei aber dann unter Anwendung gutgeschärfter Meissel mit Vorsicht vorgegangen werden muss.

Da diese Gewölbe nur aus freier Hand eingewölbt werden können, indem hier nur für die Gratbogen die erforderlichen Lehrbogen aufgestellt werden, so liegt es auf der Hand, dass nur geübte Maurer dabei angestellt werden können. Es ist nicht allein, dass sogenannte Säcke (Unregelmässigkeiten) in der Kappenmauerung vermieden werden müssen, sondern es ist auch schwierig, namentlich für einen Ungeübten, die einzelnen Schichten so zu vermauern, dass sie sich bis zum Schluss der Gratbogen schwebend erhalten. Die richtige Einhaltung des Verbandes zwischen den Gratbogen und den Kappen in den einzelnen Schichten ist hier ebenfalls durchaus notwendig.

Auch bei diesen Kreuzkappengewölben kommt es häufig vor und ist dann der Festigkeit des Gewölbes wegen notwendig, dass die Anfänge der Grate, Gurtbogen und Kappen horizontal nach den bezüglichen Bogenlinien ausgekragt werden und erst dann die notwendigen schrägen Widerlager für diese Bogen angehauen werden, wenn man so viel Oberfläche gewonnen hat, dass die Grat- und Gurtbogen möglichst in ihrer vollen Stärke angelegt werden können.

Ist die Grundform des zu überwölbenden Raumes ein regelmässiges Sechseck, so ergeben sich die Bogenlinien zu den Gratbogen immer sehr flach, selbst wenn man für die massgebende Bogenlinie der Kappen einen überhöhten Bogen oder Spitzbogen annehmen wollte. In solchem Falle ist es daher vorzuziehen, man bestimmt die Bogenlinie der Grate und entwickelt hieraus dann, wie weiter oben angegeben ist, die Wölblinie der Kappe. Die Bestimmung dieser Linie ist ganz gleich wie oben angegeben, nur hat man die Normalen der Gratbogen nicht von der horizontalen Grundlinie abzutragen, sondern man bestimmt, nachdem die Eintheilung und die Verzeichnung der Normalen statt-

gefunden, die Steigung, um welche die Kappen von der Stirnmauer aus gegen den Scheitel des Gratbogens ansteigen sollen, zeichnet diese Steigungslinie ein und trägt von dieser ab die Höhe der verschiedenen Normalen bis zum Durchschnittspunkt mit der gegebenen Bogenlinie.

Die hier erforderlichen Lehrbogen werden in der Richtung der einzelnen Diagonalen aufgestellt. Es kann hier aber nur ein ganzer Lehrbogen aufgestellt werden; die übrigen Lehrbogen sind jedesmal Hälften, welche sich über dem Mittelpunkt des Sechsecks gegen den ganzen Lehrbogen lehnen und welche sämmtlich dann in der Mitte von unten her durch einen lothrechten Ständer (Mönch) unterstützt werden. Auch hierbei ist die Vorsicht anzuwenden, dass die sämmtlichen Lehrbogen auf untergelegte hölzerne Keile ruhen, welche nach vollständigem Schluss des Gewölbes beseitigt werden, wodurch dann die Lehrbogen sich senken und leicht herausgenommen werden können.

Soll ein Raum von unregelmässiger Grundform mit einem Kreuzkappengewölbe überwölbt werden, so entstehen ebensoviele Grate als der zu überwölbende Raum Ecken hat. Diese Grate entspringen ebenfalls, wie bei den regelmässigen Kreuzkappengewölben aus den Ecken und treffen in dem Scheitelpunkt des Gewölbes zusammen. Dieser Scheitelpunkt liegt lothrecht über dem Mittelpunkt der Grundfigur, welcher Punkt aber nicht mit dem Durchschnittspunkt zweier Diagonalen zu verwechseln ist, sondern es ist der Mittelpunkt der Figur, wie dieses auch schon oben angeführt wurde, gleichbedeutend mit dem Schwerpunkt derselben und lothrecht über diesem befindet sich der Scheitelpunkt des Gewölbes, damit die ganze Last des Gewölbes sich gleichmässig auf die Widerlagspunkte der Gratbogen vertheilt. Hat man dann den Schwerpunkt oder Mittelpunkt der Grundfigur bestimmt und zieht von den verschiedenen Ecken nach diesem Mittelpunkte gerade Linien, so erhält man hierdurch die horizontalen Projektionen der verschiedenen Grate. In § 49, 3 ist die Bestimmung des Mittelpunktes einer unregelmässigen von geraden Seiten begrenzten Figur bereits näher angegeben und wird daher in dieser Beziehung darauf verwiesen.

Sind die Horizontalprojektionen der verschiedenen Grate bestimmt, so hat man nunmehr die Wölblinien für die verschiedenen Kappen und Grate zu verzeichnen. Bei der verschiedenen Grösse der begrenzenden Seiten des zu überwölbenden Raumes können die Wölblinien der verschiedenen Kappen nicht gleich sein, denn, wenn sie auch sämmtlich gleiche Höhe erhalten, so ist doch ihre Spannweite eine ungleiche; um daher diese verschiedenen Wölblinien verzeichnen zu können, muss für die Wölbung einer Kappe eine Bogenlinie festgestellt werden, und werden dann nach dieser Linie die sämmtlichen übrigen Wölbungslinien sowol für die Kappen, als auch für die verschiedenen Grate verzeichnet. Man nimmt als Wölbungslinie der Kappe der kleinsten Seite des zu überwölbenden Raumes gewöhnlich den Halbkreis. Man zeichnet daher über dieser Seite einen Halbkreis, theilt den Durchmesser desselben in eine gerade Anzahl gleicher Theile und errichtet in den Theilungspunkten Normalen bis zum Durchschnitt mit der Peripherie des Halbkreises. Um dann die Wölblinien der anderen Kappen zu erhalten, theilt man jede Seite ebenfalls in eine gleiche gerade Anzahl gleicher Theile, wie den Durchmesser des eben erwähnten Halbkreises, errichtet in diesen Theilungspunkten Normalen und trägt auf diesen Normalen die Längen der gleichliegenden Normalen des Halbkreises ab und verbindet dann die so erhaltenen Endpunkte der Normalen bei jeder Seite durch eine gebogene Linie, welche dann bis zu den Endpunkten

der Grundlinie heruntergeführt wird. Diese Art der Bogenverzeichnung ist schon weiter oben durch Zeichnung erklärt und bedarf es daher hier keiner weiteren Zeichnung.

Zur Bestimmung der Bogenlinien der verschiedenen Graten ist das Verfahren ganz ähnlich, wie auch schon oben dieses weiter angeführt ist, nur hat man hierbei die erforderliche Steigung der Kappe von der Stirnmauer gegen den Scheitelpunkt zu berücksichtigen. Diese Bogenlinien für die Grate werden ebenfalls nach der ursprünglich festgesetzten Halbkreislinie verzeichnet.

Was die Aufstellung der Lehrbogen für die verschiedenen Grate betrifft, so müssen diese, da sie jedesmal nur von der betreffenden Ecke bis zum Mittelpunkt, und nicht von einer Ecke bis zur anderen in gerader Linie durchgehend, reichen, im Mittelpunkt des zu überwölbenden Raums unterstützt werden, und zu diesem Ende wird im Mittelpunkt des Raumes ein Mönch aufgerichtet, in welchem die sämmtlichen Lehrbogenhälften im Scheitel des Gewölbes zu liegen kommen.

Vor Ausführung eines solchen Gewölbes ist die Verzeichnung der sämmtlichen Wölblinien der Kappen erforderlich und gleichfalls ist die Herstellung der Widerlagsrinnen für die verschiedenen Kappen nach den ermittelten Wölblinien erforderlich, weil diese den Arbeitern als Lehre für die Kappenmauerung dienen.

Die Mauerung dieser Kreuzkappengewölbe über unregelmässigen Räumen unterscheidet sich nicht von derjenigen über regelmässigen viereckigen Räumen. Die Lagerfugen der Gratbogen müssen hier ebenfalls immer rechtwinklich auf die Bogenlinie treffen, die einzelnen Schichten der Kappen werden auch hier, um ihnen mehr Spannung zu geben, in ganz flachen Bogen geschweift, gemauert. Da aber diese Kappen ganz aus freier Hand gemauert werden und keine feste Bogenlinie vorhanden ist, nach welcher die Richtung der Lagerfugen der einzelnen Kappenschichten bestimmt werden kann, so ist es hierbei immer vorzuziehen, die Steine der einzelnen Schichten an ihren oberen Kanten etwas zurückzuhalten, damit die Lagerfugen sich nicht zu sehr der lothrechten Richtung nähern, weil sonst schon während der Arbeit diese Kappen leicht einstürzen. Dieses findet aber gleichzeitig auch bei den Kreuzkappengewölben über regelmässige Räume Anwendung.

Eine Ausmauerung der Säcke ist bei den Kreuzkappengewölben ebenfalls notwendig, um zu verhindern, dass der Spiegel des Gewölbes durch seine Last nicht die Schenkel der Gratbogen auswärts schiebt, wodurch jedenfalls ein Einsturz des Gewölbes erfolgen würde.

Die Kreuzkappengewölbe stehen hinsichtlich ihre Stärke sehr bedeutend den oben beschriebenen Kreuzgewölben nach und bieten sie bei etwa entstehendem Brande keineswegs die Sicherheit, als diese bei den Kreuzgewölben vorhanden ist, indem sie wegen ihrer grösseren Leichtigkeit durch schwere herunterfallende Körper weit eher durchschlagen werden können.

§ 54. Das Klostergewölbe.

Das Klostergewölbe unterscheidet sich von dem Kreuzgewölbe, wie auch schon in § 49, 4 im Allgemeinen angegeben ist, sehr wesentlich dadurch, dass es auf allen Seiten durchlaufende horizontale Widerlager erhält, wo dagegen das Kreuzgewölbe nur an den Stellen für die Gratbogen, also auf den Ecken

Widerlagspfeiler nötig hat, wodurch sich demnach auch bei den Klostergewölben die entstehenden Grate in ganz anderer Weise gestalten, als dieses bei den Kreuzgewölben und Kreuzkappengewölben der Fall ist.

Die Klostergewölbe können sowol über quadratische und regelmässige vieleckige Räume, als auch über unregelmässige viereckige oder vieleckige Räume ausgeführt werden, nur dürfen in den letzteren Fällen die zu überwölbenden Räume nicht länger als breiter sein, weil sonst das Muldengewölbe entstehen würde. Denkt man sich aber einen regelmässigen vieleckigen Raum von unendlich vielen Seiten eingeschlossen, über welchem ein Klostergewölbe ausgeführt werden soll, so entsteht zuletzt als Grundform der Kreis und das darüber auszuführende Gewölbe wird dann ein Kuppelgewölbe, worüber jedoch weiter unten das Nähere.

Zur Wölblinie des Klostergewölbes wählt man gewöhnlich den Halbkreis, so dass alsdann die Grate elliptische Bogen werden. Man kann übrigens auch den Spitzbogen oder den elliptischen Bogen als Hauptwölblinie annehmen, und hieraus die Wölblinien der sich dann ergebenden Grate leicht entwickeln.

Das Klostergewölbe erhält ebenfalls einen Mittelpunkt oder Scheitelpunkt, welcher allemal lothrecht über dem Mittelpunkt der Grundfläche des zu überwölbenden Raumes liegt und worin dann die verschiedenen Grate zusammentreffen.

Ist der zu überwölbende Raum ein Quadrat, so liegt der Scheitelpunkt des Gewölbes lothrecht über dem Durchschnittspunkt der beiden Diagonalen und die Diagonalen bilden gleichzeitig auch die horizontalen Projektionen der Grate. Bei einem regelmässigen Vieleck liegt der Scheitelpunkt des Gewölbes lothrecht über dem Mittelpunkt des in diesem Vieleck zu beschreibenden Kreises und bezeichnen die von den Ecken nach dem Mittelpunkte dieses Kreises gezogenen geraden Linien die Horizontalprojektionen der verschiedenen Grate. Ist dagegen der zu überwölbende Raum ein unregelmässig viereckiger oder vieleckiger, so hat man zunächst den Mittelpunkt oder Schwerpunkt der gegebenen Grundfigur zu bestimmen, über welchen dann der Scheitelpunkt des Gewölbes zu liegen kommt. Die von den Ecken nach dem Mittelpunkt der Figur gezogenen geraden Linien bezeichnen auch hier die Horizontalprojektionen der bezüglichen Grate.

Zur Ausführung eines Klostergewölbes ist ein vollständiges und eingeschaltes Lehrgerüst erforderlich. Dieses Lehrgerüst muss im Mittelpunkt ebenfalls durch einen Mönch unterstützt werden, indem hier nur ein Lehrbogen in ganzer Form aufgestellt werden kann, dagegen die übrigen Lehrbogen sämmtlich nur aus Hälften oder Theilen bestehen. Es werden zunächst die beiden Diagonalbogen aufgestellt, wenn der zu überwölbende Raum ein quadratischer ist. In den sich hierdurch ergebenden vier Fächern werden dann die vier Hälften der Hauptlehrbogen rechtwinklich auf die zugehörigen Seitenmauern aufgestellt. Diese sämmtlichen Lehrbogen werden im Mittelpunkt durch den erwähnten Mönch unterstützt. Die dann noch fehlenden Lehrbogen, welche nur Theile sind, werden rechtwinklich auf die zugehörigen Seitenmauern aufgestellt; dieselben stützen sich mit ihren oberen Enden gegen die Diagonalbogen und müssen an diese genügend befestigt werden; ausserdem ist aber an diesen Stellen eine Unterstützung von unten her erforderlich. Das Gerüst wird ähnlich wie bei den Tonnengewölben eingeschalt und werden die Schalbretter oder Schallatten auf den Graten genau nach der Richtung derselben an ihren Enden zugeschnitten.

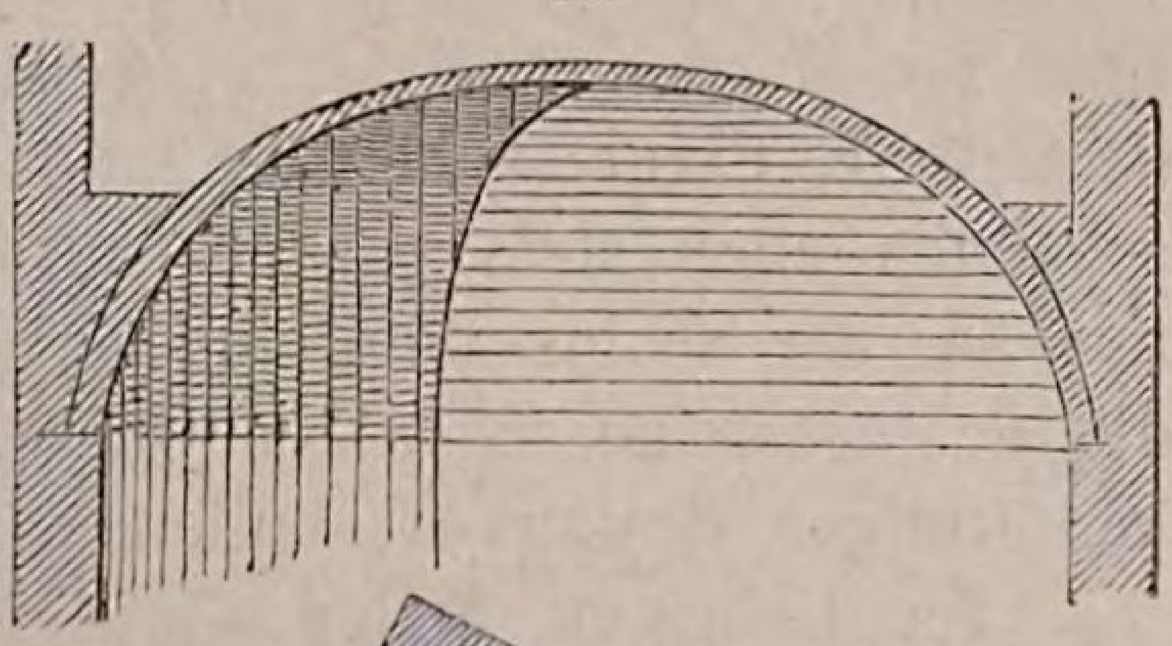
Auch bei denjenigen Gewölben, welche über vieleckigen Räumen ausgeführt werden sollen, werden die Gratbogen ebenfalls zuerst aufgestellt und im Uebrigen findet die weitere Aufstellung der erforderlichen Lehrbogen in derselben Weise statt, wie eben angegeben ist. Ebenso auch ist die Einschalung dieses Lehrgerüstes ähnlich der vorher angegebenen.

Die Steinschichten des Gewölbes laufen mit den zugehörigen Seitenmauern parallel und wird die Gewölbemauerung in ähnlicher Weise wie bei den Tonnengewölben und je nach der Weite des Gewölbes in der Stärke von $1^1/_2$ Steinen oder einem Steine angefangen. Die Grate werden hier nicht verstärkt, sondern es werden an dieser Stelle die einzelnen Schichten der gegen einanderstossenden Gewölbeflächen möglichst in Verband gemauert. In dem unteren Theil des Gewölbes ist in den einzelnen Schichten ein Uebereinanderbinden derselben nicht zu erreichen und werden hier die gegen einanderstossenden Schichten stumpf gegen einander nach der Verlängerung der Gratprojektion zugehauen. In den höheren Schichten ist es aber, wenn auch anfänglich die Einhaltung des Verbandes einige Schwierigkeiten macht, doch notwendig, einen genügenden Verband unter den gegen einander stossenden Schichten herzustellen.

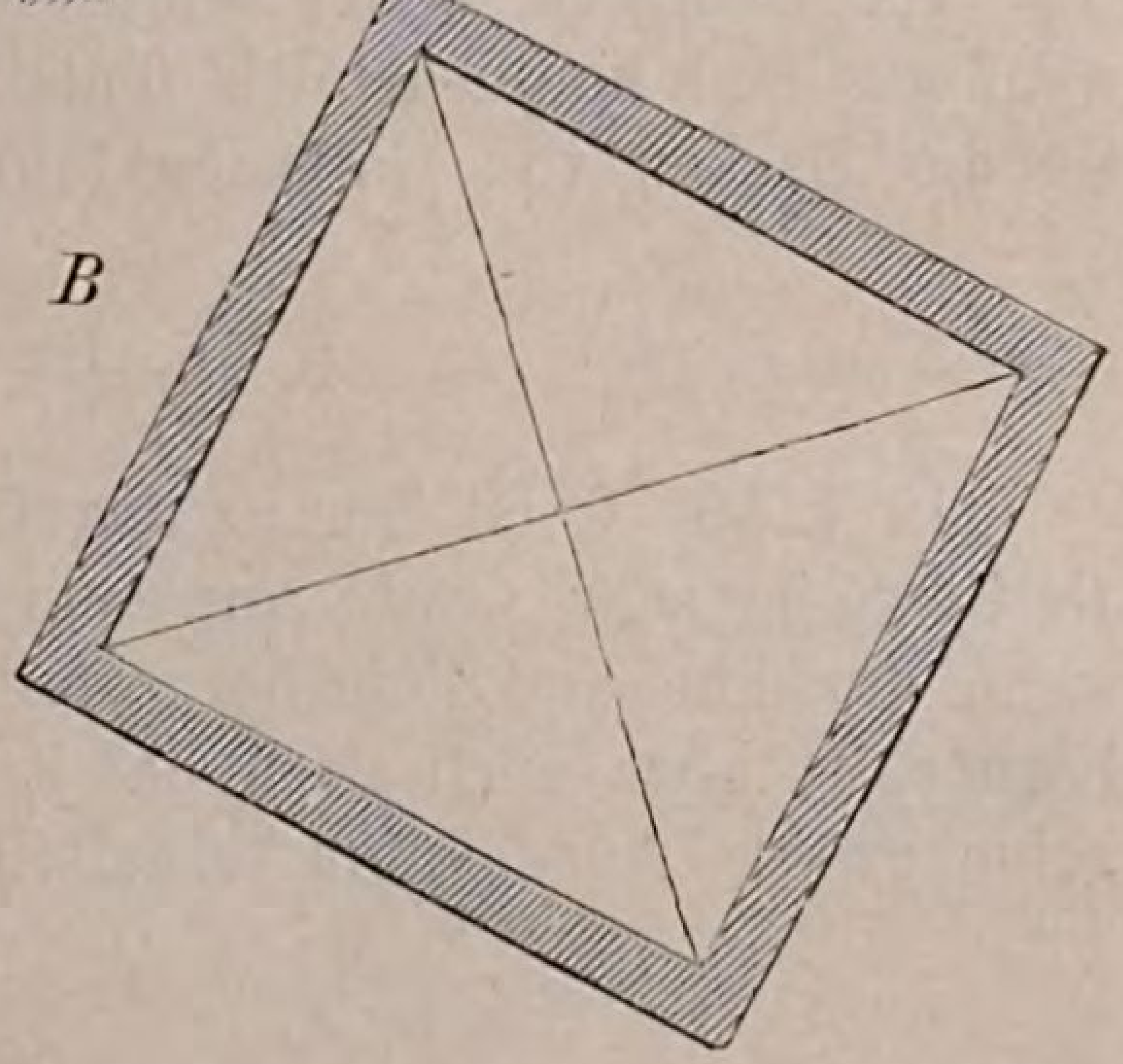
Im Spiegel des Gewölbes wird die Gewölbemauerung schwächer angeordnet und zwar in der Stärke von einem Stein oder in den gewöhnlichen Fällen in der Stärke eines halben Steins, um den Seitendruck gegen die Gewölbeschenkel geringer zu erhalten.

Figur 204.

A



B



In nebenstehenden Figuren 204 A B ist die Skizze eines Klostergewölbes im Grundriss und im Durchschnitt dargestellt.

Die Klostergewölbe werden in gleicher Weise hintermauert, wie dieses bei den Tonnengewölben bereits angeführt ist.

Bei Ausführung eines Klostergewölbes über einen unregelmässigen viereckigen oder vieleckigen Raum bestehen die sämmtlichen Diagonal- oder Grat- und Lehrbogen aus halben Bogen. Hier werden auch zuerst die Gratbogen aufgestellt und die übrigen Lehrbogen werden dann in den sich ergebenden Zwischenfeldern rechtwinkelig auf die betreffenden Seitenmauern jedesmal, aufgestellt. Im Uebrigen ist die Einschalung und die spätere Gewölbemauerung in gleicher Weise auszuführen, wie bereits angegeben.

In früheren Zeiten fanden die Klostergewölbe eine häufigere Anwendung und wurden dieselben mehrfach zu Kirchenüberwölbungen angewendet. In Florenz findet man ein Klostergewölbe über einem achteckigen Raum von 26 Meter Weite und haben hier die Umfangsmauern des Raums eine Stärke von 2 Metern.

Zu Kellergewölben werden die Klostergewölbe nicht verwendet, weil durch dieselben der eingeschlossene Raum noch erheblich mehr beschränkt werden würde, als dieses bei Tonnengewölben schon der Fall ist, indem, was bei

Tonnengewölben nur an zwei Seiten (den Widerlagern) an Raum verloren geht, bei Klostergewölben an allen vier Seiten verloren gehen würde. Es finden daher, wenn die Klostergewölbe angewendet werden, dieselben nur bei hohen Räumen als Kirchen, Versammlungssälen u. dergl. Anwendung. Gegenwärtig stellt man dieselben aber meistens von Holz her, wo dann die mit Brettern eingeschalten inneren Flächen mit Kalkputz überzogen werden.

§ 55. Das Muldengewölbe.

Das Muldengewölbe unterscheidet sich von dem im vorigen Paragraph näher beschriebenen Klostergewölbe dadurch, dass die Grundfigur nicht ein Quadrat, sondern ein längliches Viereck ist und demnach die vier Grate nicht in einem Punkte zusammentreffen, sondern die beiden Grate jeder schmaleren Seite jedesmal auf die Mittel- oder Scheitellinie des Gewölbes treffen und mit dieser sich jedesmal in einem Punkte schneiden.

Die Ausführung eines Muldengewölbes ist ganz ähnlich, wie die des Klostergewölbes und Tonnengewölbes und bedarf es daher in dieser Beziehung keiner weiteren Erklärung; nur ist noch zu bemerken, dass, wenn das Muldengewölbe eine grössere Länge erhält, dasselbe in seiner Mitte durch Gurtbogen verstärkt werden muss und gilt dann in dieser Beziehung, sowie auch ferner in Hinsicht der Hintermauerung ganz dasselbe, was darüber bei den Tonnengewölben angeführt wurde.

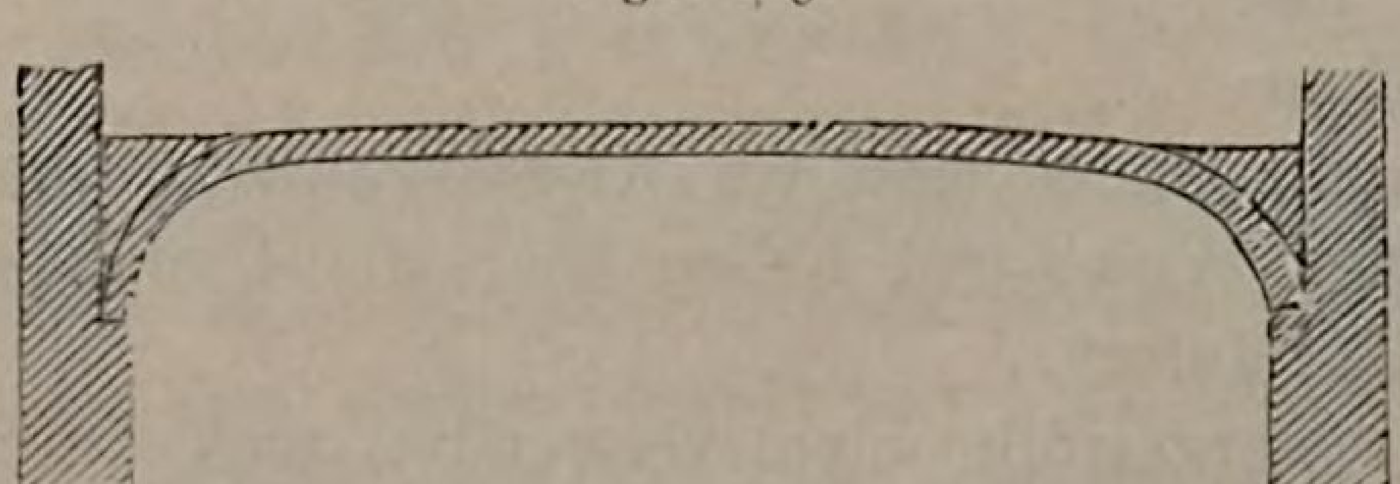
Muldengewölbe lassen sich aber auch über unregelmässige Grundflächen herstellen. Die Entwickelung der Graten und die Bestimmung der Scheitellinie für solchen Fall ist in § 49, 5 bereits näher angegeben und durch die beigefügte Figur näher erläutert. In solchem Falle werden die Gewölbeschichten auch stets parallel mit den zugehörigen Widerlagern gemauert und nur bei der Schlusssteinreihe verwirft man die Langschichten und mauert hier die Schlusssteine nach der Quere, weil sonst die einzelnen Schichten in ganz keilförmigen Spitzen auslaufen würden.

Im Uebrigen finden diese Muldengewölbe nur in seltneren Fällen Anwendung und hauptsächlich findet man sie nur noch in älteren Gebäuden, wo sie die Decken von Gallerien bilden.

§ 56. Das Spiegelgewölbe.

In § 49, 6 ist bereits angeführt, dass die Spiegelgewölbe im Allgemeinen als Gewölbe sehr wenig Anwendung finden, weil die Ausführung des Spiegels, wenn derselbe aus Stein hergestellt wird, sehr viele Schwierigkeiten verursacht. Ferner ist aber auch noch damit verknüpft, dass der Spiegel in diesem Falle keine grosse Ausdehnung erhalten kann.

Figur 205.



Bei dem Spiegelgewölbe erheben sich von den Umfangsmauern die Wölbungen nach Viertelkreisen von gleichem Halbmesser und schliessen in der Mitte das scheitrechte Gewölbe oder den Spiegel ein, wie dieses in nebenstehender Figur 205 angedeutet ist.

Der Spiegel, welcher auch eine geringe Wölbung erhalten muss, wird auf den Schwalbenschwanz gemauert, dagegen werden die Gewölbeanfänge bis zum Spiegel mit Schichten, den Widerlagern parallel, gemauert. Damit aber diese nicht durch den Druck des scheitrechten Spiegelgewölbes seitwärts gedrückt werden können, sind hier überall Hintermauerungen in voller Höhe der Seitenwölbungen herzustellen. Es ist aber schon aus der Figur leicht zu ersehen, dass solche Spiegelgewölbe nur sehr wenig Festigkeit besitzen und hängt die Haltbarkeit derselben in hohem Grade von der Tüchtigkeit des zu verwendenden Mörtels ab. Hat dieser die Eigenschaft, dass er sehr bald erhärtet und sehr fest wird, so dass das Ganze schon während der Arbeit oder doch wenigstens gleich nach der Vollendung gleichsam nur einen einzigen Stein ausmacht, so kann man zwar die Erhaltung des Gewölbes mehr oder weniger mit einiger Gewissheit voraussetzen, weil dann so gut wie gar kein Seitenschub des Spiegels mehr stattfindet; es darf aber auch dann das Gewölbe keinerlei Druck weiter von oben erhalten. Ist dieses aber nicht der Fall, so müssen bei einiger Ausdehnung des Spiegels, welcher eine beinahe ganz wagerechte (scheitrechte) Wölbung erhält, die Widerlager sehr stark angeordnet werden. Aber selbst auch in dem Fall, dass der Spiegel als eine Steinmasse in durchaus festen Zusammenhange anzunehmen ist, ist diese Art von Gewölben doch immer sehr gefährlich, weil bei stattfindenden Erschütterungen eine solche Platte sehr leicht bersten kann.

Man kann auch den Spiegel aus einem starken eisernen Rahmen bestehen lassen, welcher durch eingelegte eiserne Träger in mehrere Felder eingetheilt wird, welche Felder dann, jedes besonders, ausgemauert werden. In diesem Falle würde es dann auch zweckmässig sein, die Gewölbeanfänge oder die Seitenwölbungen wesentlich durch Auskragungen herzustellen.

Diese Herstellungen verursachen aber stets eine Menge Mehrkosten, ohne dass dadurch aber irgend ein Nutzen geschaffen wird und da ferner solche Gewölbe auch bei Feuersgefahr keine Sicherheit bieten, weil sie sehr leicht durchgeschlagen werden, so führt man sie wegen bedeutend leichterer Herstellung und erheblicher Ersparung an Baukosten gewöhnlich in Holz aus und überzieht dann die Verschalungen mit Kalkputz.

Zu dieser Gattung von Gewölben gehören auch die sogenannten *d'Espié*'schen Gewölbe.

Diese Gewölbe, vom Grafen *d'Espié* erfunden, werden aus dünnen Fliesen auf der flachen Seite doppelt über einander gelegt, mit vorzüglich gutem Gipsmörtel ausgeführt. Diese Gewölbe sind hauptsächlich nur im südlichen Frankreich in Gebrauch, wo man Gips von ganz besonderer Güte findet. Die Festigkeit der hier ausgeführten Gewölbe beruht auch einzig nur auf der Tüchtigkeit des verwendeten Gipses. Nach der ausgesprochenen Ansicht des Erfinders, welcher von der Festigkeit dieser Gewölbe so sehr überzeugt ist, können die hölzernen Fussböden über einer solchen Decke gänzlich wegfallen und statt deren kann ein Gipsestrich über dem Gewölbe hergestellt werden. Allein darüber anzustellende Versuche würden sehr bald das Gegentheil dieser Annahme beweisen.

Bei der Anwendung solcher Gewölbe würde aber ferner auch noch sehr zu berücksichtigen sein, dass dieselben gegen jegliche Einwirkung von Feuchtigkeit geschützt werden müssen, weil, wenn der Gips in Folge einwirkender Feuchtigkeit sich auflösst, auch sofort die Haltbarkeit des Gewölbes aufhören wird.

Wenn nun auch in vereinzelten Fällen diese Gewölbe bei ihrer Ausführung gut ausgefallen sind, so sind sie doch im Allgemeinen keineswegs für die Anwendung zu empfehlen, und dieses um so weniger, da sie bei den verhältnissmässig sehr bedeutenden Baukosten einmal keinerlei Sicherheit bei Feuersgefahr bieten und ferner auch ihre Ausführung selbst erhebliche Schwierigkeiten verursachen.

§ 57. Die Kuppelgewölbe.

In § 49, 7 ist bereits eine allgemeine Erklärung der Kuppelgewölbe gegeben, und soll nunmehr von der Ausführung solcher Gewölbe insbesondere die Rede sein.

Das Kuppelgewölbe hat hinsichtlich seiner Ausführung am meisten Aehnlichkeit mit dem Klostergewölbe; denn denkt man sich die Grundform eines Klostergewölbes statt aus einem Viereck, Sechseck oder Achteck, aus einem regulären Vieleck von unendlich vielen Seiten bestehend, so verkleinern sich die Seiten derart, dass zuletzt als Grundform ein Kreis entsteht und das über dieser Grundform zu errichtende Gewölbe eine Kuppel wird, wie auch schon oben allgemein angeführt wurde. Die Schichten dieses Gewölbes laufen immer konzentrisch mit dem Umfange des Unterbaues und werden die Schichtenkränze nach dem Scheitel zu immer kleiner, bis ein einziger Schlussstein das Ganze schliesst.

Bei dem Klostergewölbe treffen die verlängerten Richtungen der Lagerfugen sämmtlich mit der durch den Mittelpunkt des Gewölbbogens parallel mit den zugehörigen Seiten in der Ebene der Gewölbeanfänge gezogenen geraden Linie zusammen, und da die Grundform einer Kuppel aus einem Vieleck von unendlich vielen Seiten bestehend, gedacht werden kann, so treffen nicht allein die verlängerten Richtungen der Lagerfugen in den Mittelpunkt der zuletzt entstehenden Halbkugel zusammen, sondern es müssen auch die sämmtlichen Richtungen der Stossfugen der verschiedenen Schichtenkränze, weil man sich dieselben als Richtungen der Grate denken kann, in den Mittelpunkt zusammentreffen, und der Schlussstein bildet schliesslich einen abgestumpften Kegel, welcher oben und unten durch ein Stück der äusseren Kugelfläche und der inneren begrenzt wird. Da nun hierbei auch jede Schicht, sobald sie geschlossen ist, der Grundform ähnlich ist und ihre Stossfugen, wie schon angeführt, bei ihrer Verlängerung sämmtlich in dem Mittelpunkte der Halbkugel sich schneiden, so bildet dieselbe jedesmal einen vollständig geschlossenen Kranz, welcher auf dem nächst unteren vollständig aufliegt. Dieserhalb kann man auch, da die einzelnen Schichten immer in sich selbst rund und in wagerechten Ebenen abschliessen, mit jeder Schicht des Gewölbes aufhören und eine beliebig grosse der Grundform ähnliche Oeffnung „Lichtöffnung oder Natel" der Kuppel lassen.

Die Kuppel kann sowol aus gebrannten Mauersteinen (Ziegelsteinen) als auch aus Hausteinen hergestellt werden.

Wird die Kuppel aus gebrannten Mauersteinen hergestellt, so kann man dieselbe bis zu einer Weite von höchstens 6 Meter ohne Nachtheil $^1/_2$ Stein stark mauern; es ist aber jedenfalls vorzuziehen, wenn man schon in diesem Falle das untere Drittel der Kuppel einen Stein stark mauert, zumal, wenn die Kuppel oben ganz geschlossen wird. Bei grösseren Weiten muss aber die Kuppelmauer am unteren Theil mindestens schon $1\,^1/_2$ Steine stark gemauert werden. Eine so geringe Mauerstärke von $^1/_2$ Stein ist überhaupt nur

bei kleineren Kuppeln zweckmässig anzuwenden. Bei grösseren Kuppeln aber darf man die Mauerstärke im Scheitel schon nie geringer als einen Stein stark annehmen.

Was den Steinverband bei einer Kuppelmauer betrifft, so kann man nur in dem unteren Theil derselben und zwar nur in denjenigen Schichten, wo die Mauerstärke noch mindestens $1^1/_2$ Steine beträgt, Läufer und Strecker abwechseln lassen. An der inneren Fläche der Kuppel wendet man aber dennoch, wenn der Radius derselben nicht sehr gross ist, statt der ganzen Läufer nur halbe Steine an und setzt darüber dann die Strecker; an der äusseren Fläche der Kuppel dagegen werden zweckmässig nur ganze Läufer verwendet. Beträgt die Mauerstärke der Kuppel nicht mehr als einen Stein, so werden durchgängig nur Strecker vermauert. Wird die Mauerstärke der Kuppel überall nur $^1/_2$ Stein, welches jedoch nur bei kleineren Kuppeln Anwendung findet, so können zwar in den unteren Schichtenkränzen ganze Läufer vermauert werden, sobald aber die Schichtenkränze nach oben hin enger werden, können nur immer halbe Steine vermauert werden, weil bei Vermauerung ganzer Läufer sich zu bedeutende Unregelmässigkeiten ergeben würden.

Um den starken Druck des oberen flachen Theils des Kuppelgewölbes auf den unteren Theil desselben zu vermindern, gibt man dem oberen Theil eine möglichst geringe Stärke. Bei grösseren Kuppeln nimmt man die Mauerstärke des Gewölbes an den Kämpferpunkten $^1/_{12}$ bis $^1/_{18}$ des inneren Radius der Kuppel an. Diese Annahme stimmt auch vielfach mit der Ausführung überein, indem man bei den grössten bekannten Kuppeln die Mauerstärken an den Kämpferpunkten selten mehr als $3^1/_2$ bis 4 Steine stark findet. Diese Annahme kann auch bei kleineren Kuppeln Anwendung finden, doch darf man nie eine geringere Stärke als 13 bis 15 Zentimeter bestimmen.

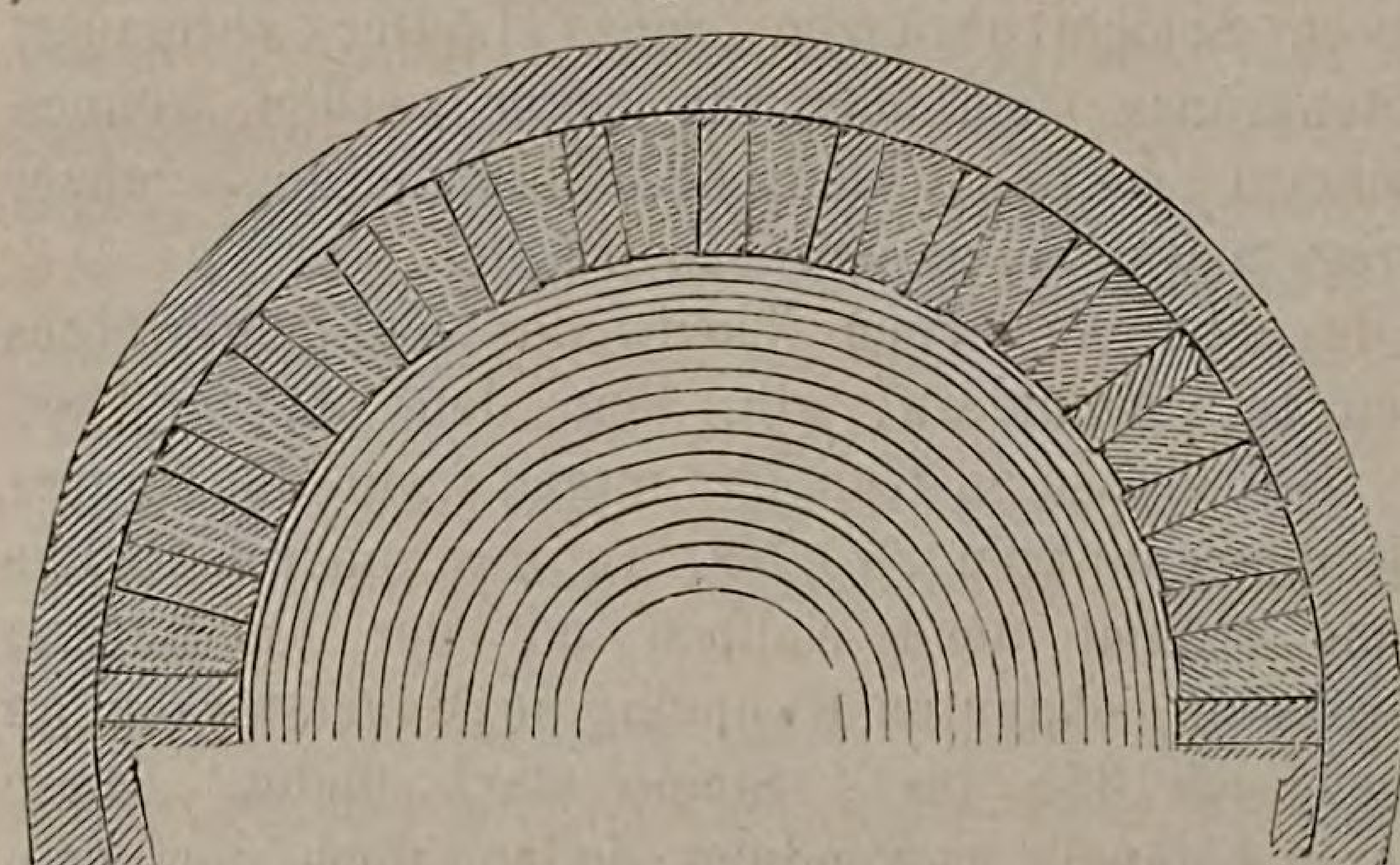
Der oberste Theil der Kuppel bildet immer einen sehr flachen Bogen und übt daher dieser Theil auch stets einen sehr bedeutenden Druck gegen die untere Kuppelmauerung. Um nun diesen Druck zu vermindern oder gänzlich aufzuheben, lässt man bei grösseren Kuppeln den oberen Theil derselben offen und schliesst die Kuppelmauerung mit einem besonders hergestellten Schichtenkranz ab, welcher dann gleichsam die Stelle des Schlusssteins vertritt, jedoch wesentlich nur den Zweck hat, die letzten Schichtenkränze der Kuppelmauer gegen äussere Beschädigungen zu schützen. Ein solcher Kranz wird bei grösseren Kuppeln von besonders zugerichteten Hausteinen zusammengesetzt, bei kleineren Kuppeln kann man aber diesen Kranz auch von starkem krummgewachsenen Eichenholz herstellen. Man kann aber auch einen gemauerten Kranz aus einer Rollschicht bestehend, anwenden. Dieses Letztere ist aber nur dann zulässig, wenn die Oeffnung nur eine geringe Grösse erhält. Bis ganz zum Schluss bringt man die Mauerung der Kuppel selten, weil dieses zu viele Unbequemlichkeiten mit sich führt, namentlich bei den letzteren dem Schluss zunächst liegenden Schichtenkränzen und ist dieser Umstand daher auch schon in gewisser Beziehung ein Grund mit für die Herstellung des erwähnten Kranzes. Wird aber die Kuppel ganz geschlossen gemauert, so muss der Schlussstein derselben schon besonders geformt werden, oder man muss den Schlussstein aus mehreren Theilen bestehen lassen, wobei dann die letzten Schichten des Gewölbes nicht mehr konzentrisch gemauert werden können.

Was die Grösse der im Scheitel der Kuppel herzustellenden Oeffnung betrifft, welche bei grösseren Kuppeln gleichzeitig als Lichtöffnung dient, so macht man diese bis $^1/_4$ des Durchmessers der Kuppel und ist eine solche

Anordnung des Oberlichts, abgesehen von anderen Notwendigkeitsgründen, jedenfalls zweckmässiger als die Herstellung von Seitenöffnungen in der Kuppelmauerung selbst zur Erhellung des inneren Raumes, wovon weiter unten noch die Rede ist.

Die Kuppelgewölbe bedürfen jedenfalls einer Hintermauerung, um den unteren Theil der Gewölbe genügend zu verstärken und zwar wird dieselbe bis zu einem Drittel der Höhe des Gewölbes mindestens aufgeführt. Bei kleineren Kuppeln, wo die Kuppelmauer nur eine geringe Stärke erhält, kann man nun, sowol um an Material zu sparen, als auch um die Gewölbemauerung nicht zu erheblich zu belasten, die Hintermauerung aus einzelnen aufgemauerten Wangen bestehen lassen, die nach radialer Richtung zwischen der höher geführten Umfangsmauer und mit dieser im gehörigen Verbande und der Gewölbemauerung hergestellt werden und deren Entfernung von einander höchstens 1,25 Meter von Mitte zu Mitte beträgt, wie dieses in nebenstehender Figur 206 angedeutet ist.

Figur 206.



Zur Verstärkung der Kuppelmauerung wendet man auch ausserhalb vortretende Verstärkungsgurte an, welche mit dem übrigen Mauerwerk der Kuppel in vollem Verbande und dann nur bis zum Kranze der Kuppelöffnung aufgeführt werden. In diesem Falle muss aber der Kranz die Höhe der gegenliegenden Verstärkungsgurte erhalten und gleichzeitig auch so stark konstruirt werden, dass er sich nicht in dem oberen vorragenden Theil verschieben lässt. Auch sind die Verstärkungspunkte so anzuordnen, dass sie sich bei ihrer Verlängerung sämmtlich im Scheitelpunkt der Kuppel schneiden und in ganz gleichen Zwischenweiten gegen den Kranz treffen. Diese Verstärkungsgurte können auch nach der inneren Seite vortretend angeordnet werden, falls sie zur Herstellung der Dekoration der inneren Kuppel dienen sollen; in diesem Falle muss der Kranz, gegen welchen die Gurte lehnen, nach Innen vortreten und muss hier dann dasselbe berücksichtigt werden, als wenn die Gurte äusserlich vortreten.

Durch eine solche Anordnung kann man wol etwas an Material sparen, indem man die Zwischenfelder etwas schwächer ausführt; allein es ist aber dann auch darauf zu sehen, dass die Gurte nicht zu entfernt von einander hergestellt werden. Diese Gurte dienen dann als Gerippe der Kuppel und muss der Verband zwischen diesen Gurten und der übrigen Kuppelmauer vollständig eingehalten werden. Wenn hierbei nun auch eine Ersparung an Material erzielt wird, so wird doch auch dadurch wieder ein grösserer Aufwand an Tagelohn erforderlich, weil die Ausführung selbst mehr Schwierigkeiten zu Wege bringt.

Man hat auch vorgeschlagen, bei der Kuppelmauerung die unteren Schichten bis zu einer gewissen Höhe horizontal auszukragen. Bei grösseren Kuppeln ist dieses aber von geringerem Einfluss, indem eine solche Aus-

kragung doch schwerlich weiter als bis höchstens 45 Zentimeter über den Grundkreis ausgeführt werden kann, zumal, wenn die Kuppelmauer aus Ziegelsteinen hergestellt wird. Bei kleineren Kuppeln bis zu 12,55 Meter Durchmesser ist das horizontale Auskragen der unteren Kämpferschichten über den Grundkreis jedenfalls sehr zweckmässig und ist es hier unbedingt von Einfluss, ob der Durchmesser am Anfange der Bogenmauerung geringer oder grösser ist. Dagegen bei grösseren Kuppeln muss schon von vorn herein für ein genügend stärkeres Widerlager Sorge getragen werden und macht hierbei eine Verringerung des Durchmessers einer solchen Kuppel um etwa 1 Meter nur wenig aus, und überdiess trägt auch in diesem Falle das Auskragen der unteren Schichten der Kuppelmauerung wenig an vermehrter Stärke der Widerlagsmauer bei, es wäre denn, dass man in der Weise, wie bei dem Bau der Kuppel der Paulskirche in London, den Unterbau der Kuppel im Innern nicht zylindrisch, sondern konisch aufführt, so dass dadurch schon der Durchmesser der Kuppel verkleinert wird und die Widerlagsmauer eine bedeutendere Stärke erhält.

Bei der Paulskirche ist der innere Durchmesser des Unterbaues am Anfange der Kuppel 5 Fuss kleiner als am Grunde desselben. Aeusserlich dagegen ist die Umfangsmauer lothrecht aufgeführt.

Zur Ausführung der Kuppelwölbung kann man kein festes Lehrgerüst mit darüber gelegter Verschalung anwenden, sondern es muss hierbei die Wölbung aus freier Hand nach einzelnen aufgestellten Lehren ausgeführt werden. Nur wenn Verstärkungsgurte angeordnet werden, sind für diese feste und tüchtig unterstützte Lehrbogen aufzustellen. Hat die Kuppel die Kugelform und werden keine Verstärkungsgurte angewendet, so kann man sich mit Vortheil einer beweglichen Lehre bedienen, die im Scheitelpunkt des Gewölbes befestigt wird und um diesen Punkt drehbar ist, wobei dann die Lehre an ihrem Fusspunkte mit einem kleinen Rade versehen ist und vermittelst dieses Rades sich auf einer ebenen zu dem Zwecke hergestellten horizontalen Bahn am Umfange des Grundkreises fortbewegt. Statt dieser Einrichtung kann man sich auch einer starken Latte von der Länge des Radius der Kuppel bedienen, welche in der Kämpferebene der Kuppel im Mittelpunkte derselben so befestigt ist, dass sie vollständig drehbar ist. Diese letztere Einrichtung setzt aber voraus, dass zur Ausführung der Kuppelmauerung im Innern des Raums keine weiteren Arbeitsgerüste erforderlich sind, weil durch diese sonst der Gebrauch dieser Latte gänzlich verhindert werden würde. Bei grösseren Kuppeln sind diese Einrichtungen mit einer Latte demnach auch nicht anwendbar, sondern nur bei ganz kleinen Kuppeln.

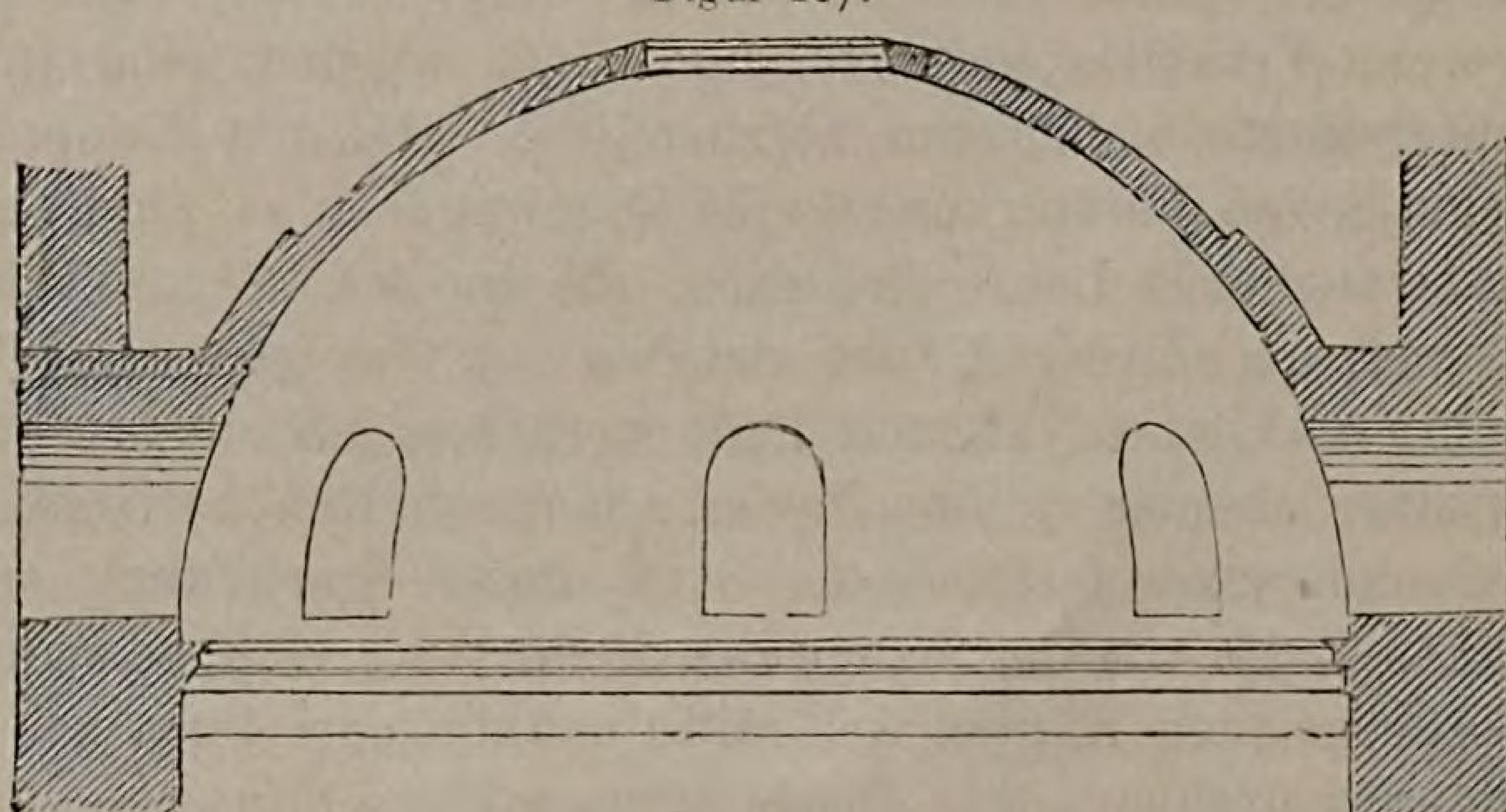
Bei Anwendung der vorerwähnten beweglichen Lehre ist es jedenfalls vorzuziehen, in dem zu überwölbenden Raum noch gleichzeitig mehr feste Lehrbogen aufzustellen, zwischen denen man dann die beweglichen Lehren anbringt. Dadurch wird nicht nur das Mauerwerk selbst unterstützt, sondern es wird dadurch auch ermöglicht, eine grössere Anzahl von Arbeitern zugleich bei der Ausführung der Kuppelmauerung anzustellen und dadurch den Schluss eines einzelnen Schichtenkranzes schneller zu erhalten. Ferner aber wird durch die Aufstellung der festen Lehrbogen die richtige Ausführung des Gewölbes im hohen Grade erleichtert. Bei grösseren Kuppeln ist die Aufstellung fester Lehrbogen sogar notwendig, um die einzelnen Schichtenkränze vor ihren Schluss in der richtigen Lage erhalten zu können.

Erhält der zu überwölbende Raum eine elliptische Grundform und wird demnach die Kuppel selbst auch nach elliptischen Linien gewölbt, so ist es nicht möglich eine um ihren Mittelpunkt sich drehende Lehre anzuwenden. Es müssen hier an verschiedenen Stellen feste Lehrbogen aufgestellt werden und wird in den Zwischenräumen derselben dann die Wölbung aus freier Hand ausgeführt. Zu der Ausführung solcher Arbeiten können aber nur besonders tüchtige Maurer angestellt werden, indem hierbei auch die Anwendung von Handlehren (Richtscheiten) schon nicht mehr möglich ist, weil die Krümmungen der Bogenlinien sich hier schon mit jeder folgenden Schicht verändern.

Es ist notwendig, dass bei Ausführung einer Kuppel immer eine Schicht (Schichtenkranz) erst vollständig zum Schluss gebracht wird, ehe man mit der nächstfolgenden Schicht wieder beginnt, weil es dadurch nur möglich wird, dass in der Mauerung keine Säcke entstehen; ferner wird aber dadurch auch verhindert, dass während der Arbeit eine oder mehrere Schichten heruntersacken oder gar herunterfallen können, namentlich wenn die Mauerung sich mehr dem Schluss nähert und demnach die Lagerfugen eine steilere der Vertikalen sich mehr nähernde Richtung erhalten.

Nicht unerhebliche Schwierigkeiten werden bei Aufführung einer Kuppel dadurch hervorgerufen, wenn dieselbe mit Seitenöffnungen versehen werden soll, wie dieses in nachstehender Figur 207 dargestellt ist.

Figur 207.



Durch diese Einschnitte werden die einzelnen Schichtenkränze gänzlich unterbrochen. Es ist daher notwendig, dass unter jeder Seitenwange einer Oeffnung zunächst ein fester Lehrbogen aufgestellt werde; ferner ist aber in der Mitte zwischen je zwei solchen Seitenwangen zur Aufführung der vollen Kuppelmauer mindestens ein fester Lehrbogen erforderlich. Die herzustellenden Oeffnungen werden bei Aufführung der Kuppel vorläufig ebenfalls mit dicht gemauert und zwar so, dass die Seitenwangen der Oeffnungen bis zu der bestimmten Höhe derselben ohne weiteren Verband mit dem Füllmauerwerk aufgeführt werden. Zur Herstellung des Schlussbogens über jeder dieser Oeffnungen ist eine feste Unterlage erforderlich, über welcher dann der bezügliche Bogen gemauert wird. Die einzelnen Schichtenkränze schliessen sich dicht an diese Bogenmauerungen an. Ist dann die Kuppel bis zum Kranz der oberen Lichtöffnung ausgeführt und der Kranz ebenfalls eingesetzt, so kann das Füllmauerwerk wieder beseitigt werden und es ist dann kein Durchsenken mehr zu befürchten, weil dann schon die Seitenpressung der Bogen über den

Oeffnungen vollständig stattfindet und der durch den oberen Theil des Gewölbes verursachte Druck auf die unteren Kuppelmauerpfeiler eine vollständige Spannung des ganzen Gewölbes hervorbringt. Um die Spannung noch mehr zu erhalten, ist es zweckmässig, die Seitenwangen der Oeffnungen nicht nach lothrechter Richtung zu mauern, sondern man mauert dieselben nach einer Bogenlinie. Man kann auf die Einfassungen solcher Seitenlichtöffnungen vorher besonders mauern und wenn dieselben geschlossen sind, die übrigen Schichten der Kuppel gegenmauern. Bei dieser Anordnung hat man aber gewöhnlich die Kuppel überhöht, wodurch die Ausführung jedenfalls erleichtert wird.

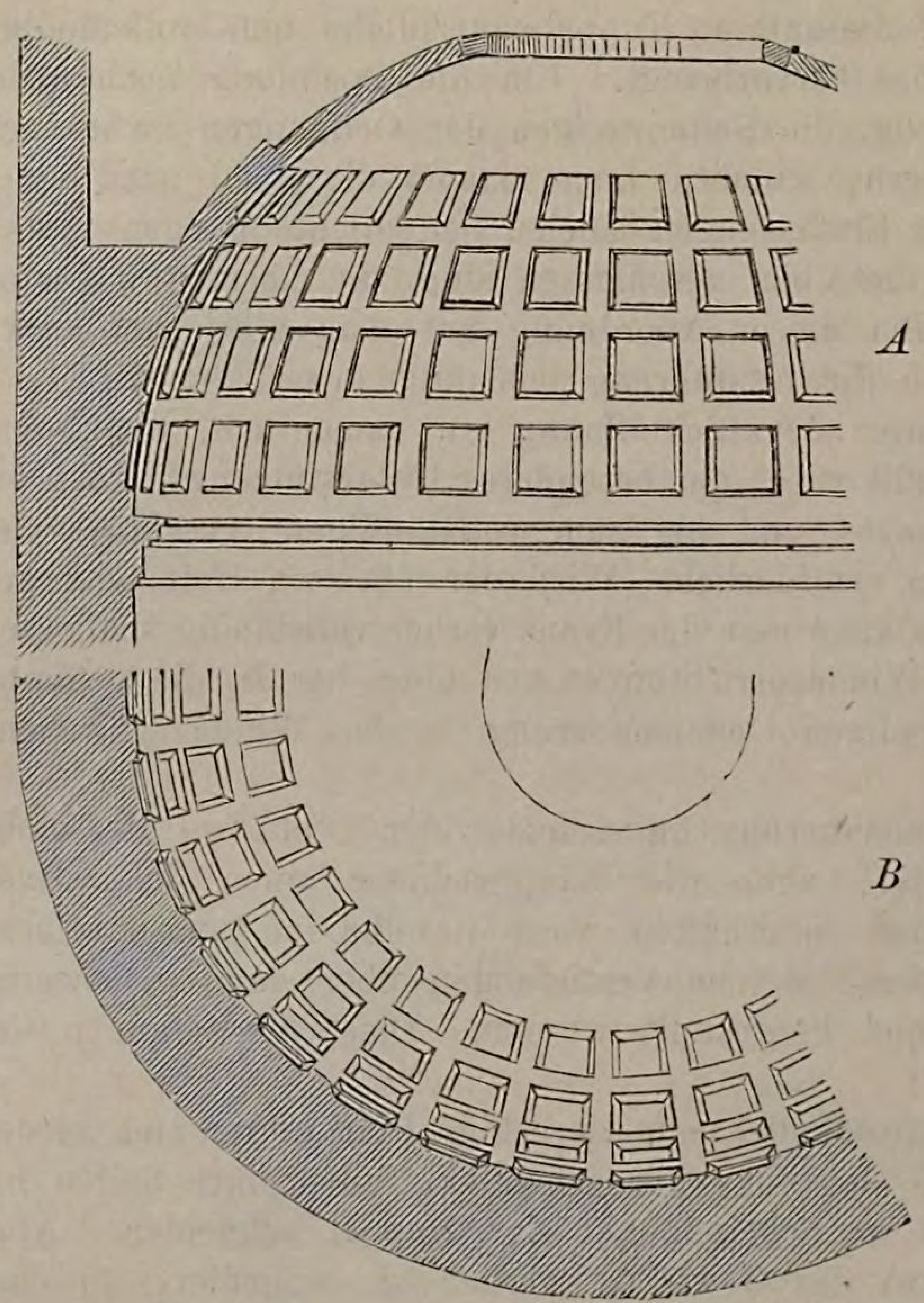
Zum Einsetzen des Kranzes der Lichtöffnung ist, namentlich, wenn derselbe aus Hausteinen hergestellt wird, ein besonderes Unterstützungsgerüst bis zum vollen Schluss des Kranzes und bis zum vollständigen Anschluss der Kuppelmauer gegen denselben erforderlich. Wird derselbe von Holz oder aus Gusseisen zusammengesetzt, so kann man den Kranz vorher vollständig schliessen und denselben dann mittelst Windevorrichtungen von oben her in die Oeffnung einsetzen und bis zur vollständigen Gegenmauerung in der Winde schwebend erhalten.

Um die Last der Kuppelmauerung unbeschadet der Festigkeit derselben zu verringern und gleichzeitig, aber wol hauptsächlich einen dekorativen Schmuck im Innern der Kuppel zu erhalten, wird dieselbe im Innern reihenweise mit Vertiefungen versehen, welche Vertiefungen aber dann gleichzeitig mit der Aufführung der Kuppel hergestellt werden. Diese Vertiefungen des Gewölbes heissen „Kasetten".

Diese Kasetten erhalten gewöhnlich eine viereckige Umrissform und werden dieselben nach der Höhe des Gewölbes hin schmäler, indem ihre Seiten bei Verlängerung sich sämmtlich im Scheitelpunkt der Kuppel schneiden. Aber auch nach der Dicke (Stärke) des Gewölbes werden sie schmäler, so dass jede einzelne Kasette eine abgestumpfte vierseitige Pyramide bildet, deren grösste Grundfläche an der Unterfläche des Gewölbes liegt. Diese richtige Form der Kasette wird aber erst durch den Abputz der Kuppel erhalten und wird nicht gleich bei der Mauerung derselben hergestellt, weil sonst die einzelnen Schichten zu bedeutend verhauen werden müssten. Bei der Aufmauerung der Kuppel wird jede Kasette an der Unterfläche des Gewölbes nur in ihrem äusseren Umriss und in der gehörigen Tiefe hergestellt, und werden die Gliederungen der Einrahmung der einzelnen Kasetten später in Putz hergestellt. Wird aber die Kuppel aus behauenen Sand- oder Marmorsteinen ausgeführt, so werden selbstverständlich die Kasettirungen in den einzelnen Steinen gleich regelmässig und vollständig mit allen Gliederungen ausgearbeitet.

Solche Kasetten werden stets mehrere Reihen über einander angeordnet, so dass sie, wie auch schon angeführt, nach dem Scheitel hin immer schmäler werden müssen. Die Kasettenreihen gehen aber gewöhnlich nur bis $^2/_3$ der Höhe des Gewölbes. Sowol nach der Höhe als auch nach der Breite werden diese Kasetten durch sogenannte Stege getrennt, welche letztere aber die volle Stärke der Gewölbemauer erhalten und etwa den dritten Theil der Kasetten breit sind. Die Eintheilung der Kasetten nach ihrer Breite geschieht auf dem Kämpferkreis und werden von den Theilpunkten dieses Kreises nach dem Scheitelpunkt Schnittlinien gezogen. Nach der Höhe wird die Eintheilung der Kasetten auf der inneren Wölblinie gemacht, so dass die oberen Kasetten, da ihre Höhe gleich bleibt, immer eine grössere Höhe als Breite erhalten

Figur 208.



müssen. Auch die horizontalen Stege zwischen den Kasetten behalten überall eine gleiche Breite. In nebenstehenden Figuren 208 A B ist die Anordnung solcher Kasetten näher angegeben.

In der Ausführung erfordert diese Kasettenmauerung immer eine grosse Aufmerksamkeit von Seiten der Arbeiter, da sowol die Kasetten als auch die Stege nach der Höhe nicht gleiche Breite erhalten, sondern ihre Begrenzungs-Linien nach dem Scheitelpunkt der Kuppel hin konvergirend sind.

Wird die Kuppel aus behauenen Sand- oder Marmorsteinen hergestellt, so muss auch notwendig eine grössere Anzahl fester Lehrbogen aufgestellt werden, um die einzelnen Steine eines Schichtenkranzes bis zu seinem Schluss überall in der richtigen Lage zu erhalten und ein Herunterfallen derselben zu verhindern. Wird die Kuppel aus Ziegelsteinen hergestellt, so ist der Schluss einer Schicht rascher herzustellen und werden bis dahin die Steine durch die Adhäsion des Mörtels auch in ihrer Lage erhalten.

Um das Gewicht der Kuppelmauerung noch mehr zu verringern und den Druck, welchen der obere Theil der Kuppel, da derselbe einen sehr flachen stark schiebenden Bogen bildet, ausübt, noch mehr abzuschwächen als dieses schon durch die Anordnung der Lichtöffnung im Scheitel der Kuppel geschieht, wendet man zu diesem oberen Theil sehr vortheilhaft leichtere Steine an. Bei der Einwölbung der Kuppel über der Rotunde im neuen Museum in Berlin hat man, um die Last des Gewölbes zu vermindern, ebenfalls in der oberen Hälfte der Kuppel bis zur Lichtöffnung das Mauerwerk mit besonders dazu hergestellten leichteren Steinen ausgeführt. Diese leichteren Steine wurden dadurch erhalten, dass man die zu den Ziegelsteinen zu verwendende Thonmasse vor dem Formen und Brennen der Steine mit feinen durchgesiebten Holzkohlen vermischte und zwar in dem Verhältniss ungefähr wie 2 : 1. Nach dem Brennen der Steine waren die Holzkohlentheile von dem Feuer vollständig verzehrt und es blieb ein sehr poröser Stein übrig, dessen Gewicht noch nicht die Hälfte des Gewichts eines gewöhnlichen Mauersteins von derselben Grösse betrug.

Statt der Holzkohlen kann man aber auch mit Vortheil Sägespähne oder

fein zerschnittenes Strohhäcksel anwenden und diese Stoffe mit der Thonmasse vor dem Formen der Steine innig vermengen, welche Stoffe dann beim Brennen der Steine ebenfalls zerstört und die Steine dadurch sehr porös und bedeutend leichter werden, ohne aber dadurch an genügender Festigkeit zu verlieren. Die Anwendung von durchgesiebten Holzkohlen erleichtert insofern die Fabrikation der Steine, weil die damit geformten Steine vor dem Brennen rascher austrocknen und nach dem Brennen auch eine regelmässigere Form behalten.

Statt solcher Steine hat man in älteren Zeiten sich zum Einwölben von Kuppeln und Gewölben der hohlen Steine oder Töpfe bedient. Allein diese erfordern bei ihrer Herstellung einmal einen bedeutend höheren Kostenaufwand und ferner auch noch dazu besonderer Vorkehrungen, die aber auf jeder Ziegelei nicht wol auszuführen sein möchten, ohne dass dadurch eben ein grösserer Vortheil erreicht werden würde im Fall der Herstellung, als bei Anwendung der zuerst erwähnten porösen Ziegelsteine, welche auf jeder Ziegelei leicht herzustellen sind und ferner eine bedeutend grössere Festigkeit haben als die hohlen Steine oder Töpfe. Auch ist bei Anwendung der hohlen Steine wol zu berücksichtigen, dass es sehr schwierig ist, mit denselben stets den richtigen Verband in den einzelnen Schichtenkränzen einzuhalten, weil jeder folgende Schichtenkranz einen kleineren Umfang erhält, als der nächst vorhergehende und ein Durchtrennen nach der Länge des Steins oder ein Verschmälern desselben nicht möglich ist und in diesem Falle also andere Steinstücken zum Ausfüllen des Schlusses angewendet werden müssen. Doch hierüber wird weiter unten noch das Nähere angeführt.

Die Kuppeln in grösseren Dimensionen finden im Ganzen nur sehr wenig Anwendung, da dieselben einmal wegen der eigenen Höhe auch für die übrigen Theile des Gebäudes sehr grosse Höhenverhältnisse erforderlich machen und ausserdem in den meisten Fällen die Kuppel selbst auch noch mit einer zweiten Kuppel als Ueberdachung oder doch mit einem besonderen Dache versehen werden muss, wodurch nicht nur die Gebäudehöhe vergrössert, sondern auch dann der Bau in allen Theilen sehr bedeutend vertheuert wird. Ueberhaupt aber finden diese grösseren Kuppeln auch nur bei monumentalen Gebäuden für höhere Zwecke bestimmt, Anwendung.

Man hat Kuppeln von sehr bedeutenden Dimensionen ausgeführt, wie aus den nachfolgenden Maassangaben näher ersichtlich ist.

Die Kuppel des Pantheon in Rom hat 136 Fuss Durchmesser;

die Kuppel der Peterskirche in Rom hat 134 Fuss Durchmesser;

die Kuppel der Domkirche in Florenz von *Brunnelleschi* hat 96 Fuss Durchmesser;

die Kuppel der St. Paulskirche in London hat 98 Fuss Durchmesser;

die Kuppel der Domkirche des Invalidenhauses in Paris von *Mansard* hat 76 Fuss Durchmesser;

die Kuppel der Rotunde des neuen Museums von *Schinkel* in Berlin hat 76 Fuss Durchmesser und die obere Lichtöffnung in derselben 23 Fuss Durchmesser;

die Kuppel des Befreiungsdenkmals beim Kehlheim hat 102 Fuss Durchmesser und die obere Lichtöffnung in derselben 28 Fuss Durchmesser;

die Kuppel der Kirche zu Possagno nach dem Plane von *Canova* hat einen Durchmesser von 88½ Fuss.

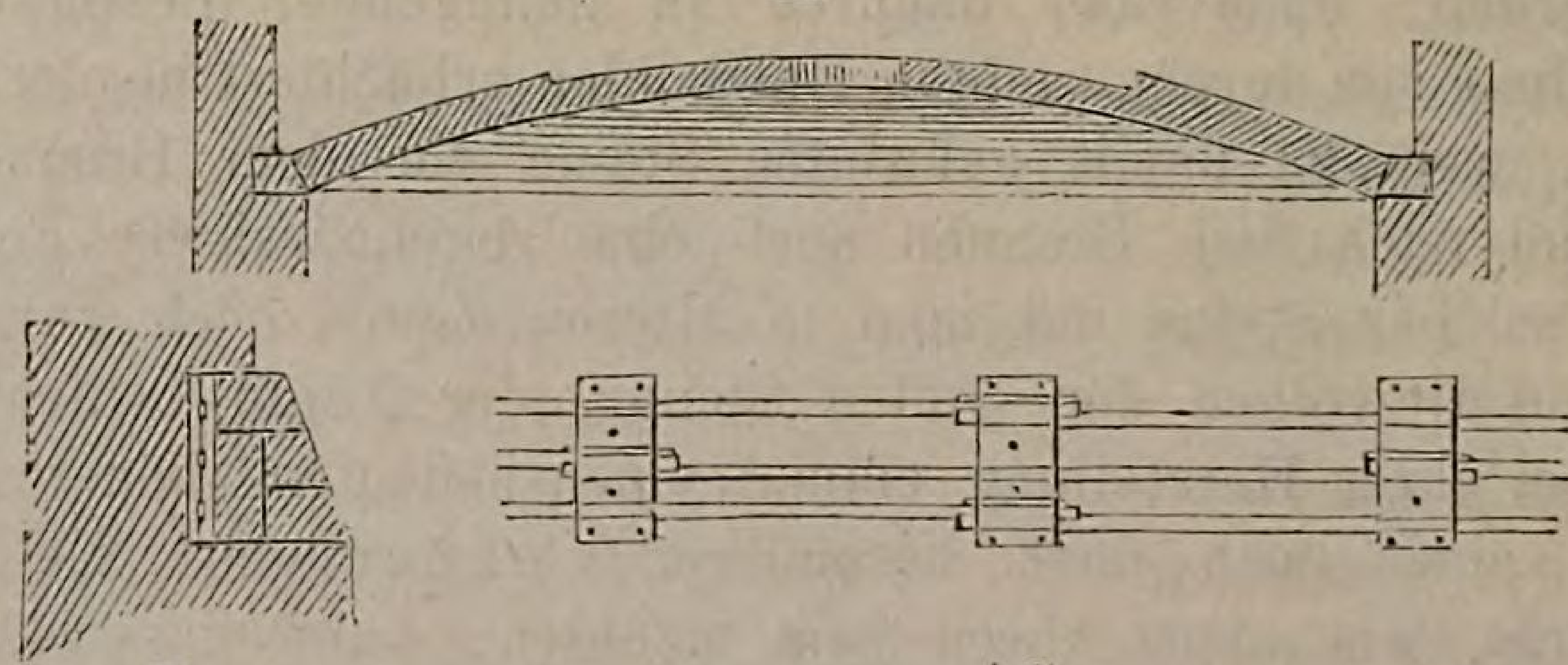
In nachstehenden Figuren 209 ABC ist die Konstruktion einer sehr flachen Kuppel über einen kreisrunden Raum von 9,10 Meter Durchmesser dargestellt.

Die Bogenhöhe dieser Kuppelkalotte beträgt 94 Zentimeter und entspricht dieselbe daher einem Durchmesser der ganzen Kuppel von za. 22,91 Meter. Die Kuppel, welche in einem der Königlichen Gebäude in Berlin aus-

geführt wurde, ist in Hinsicht der Herstellung des Widerlagers derselben sehr interessant.

Figur 209.

A



Das Widerlager besteht hier nämlich aus einem Kranz von Schmiedeeisen. Es sind hier drei Reihen von eisernen Schienen über einander angeordnet, die innerhalb einzelner zusammengenieteter Schlösser von starken Eisenplatten mit einander verbunden sind. Die Schlösser sind von Mitte zu Mitte etwa 1,41 Meter von einander entfernt und bestehen dieselben, jedes einzelne aus zwei starken eisernen Platten, die an den Stellen, wo die Schienen durchgehen, jedesmal um die halbe Stärke der eisernen Schiene ausgetieft sind. Diese Platten wurden, nachdem die Schienen eingelegt waren, durch Schraubenbolzen fest mit einander verbunden. An den Stellen, wo zwei Schienen innerhalb eines Schlosses zusammentreffen und mit einander verbunden werden, ist der Einschnitt in den Platten so hoch, dass die beiden mit Zahnschnitten in einander greifenden Schienen darin liegen. Zur weiteren Befestigung dieser Stellen wurden noch dünne eiserne Keile in den geringen Zwischenraum zwischen Schloss und Schienen eingetrieben, um jede entstehende Bewegung zu verhindern.

Nachdem dieser eiserne Kranz auf der Umfangsmauer vollständig zusammengelegt und zusammengesetzt war, wurde derselbe mit dem Gewölbewiderlager ausgemauert, wie dieses in der obigen Figur 209 näher dargestellt ist. Dieses Widerlager, sowie auch die spätere Kuppelmauerung wurde mit Roman-Zement gemauert. Die Oeffnung im Scheitel wurde mit einer Rollschicht ausgemauert. Durch diese Ausmauerung des Gewölbewiderlagers erhielt die Konstruktion eine ungemein grosse Stabilität.

Nachdem die Kuppelmauerung vollständig hergestellt war, die Hintermauerung des eisernen Widerlagskranzes und die Höherführung der Umfangsmauer jedoch noch nicht weiter ausgeführt war, hatte der eiserne Widerlagskranz durch die sehr stark darauf einwirkende Sonnenwärme sich ausgedehnt und zwar in dem Grade, dass man an einer erheblich langen Stelle zwischen dem Eisen und der innerhalb des Kranzes hergestellten Ausmauerung mit der Mauerkelle ungehindert hineinstecken konnte, ohne dass aber an der Kuppelmauerung selbst das Geringste sichtbar war. Es zeigten sich auch nicht an irgend welcher Stelle zwischen Gewölbe und Widerlagsmauer Risse oder irgend Sprünge, welche im Fall eines Ausweichens doch jedenfalls deutlich zu bemerken gewesen wären, da die Oberfläche der Kuppel schon mit Gussmörtel überzogen war; es bildete das Gesammtmauerwerk nur eine einzige Mauermasse.

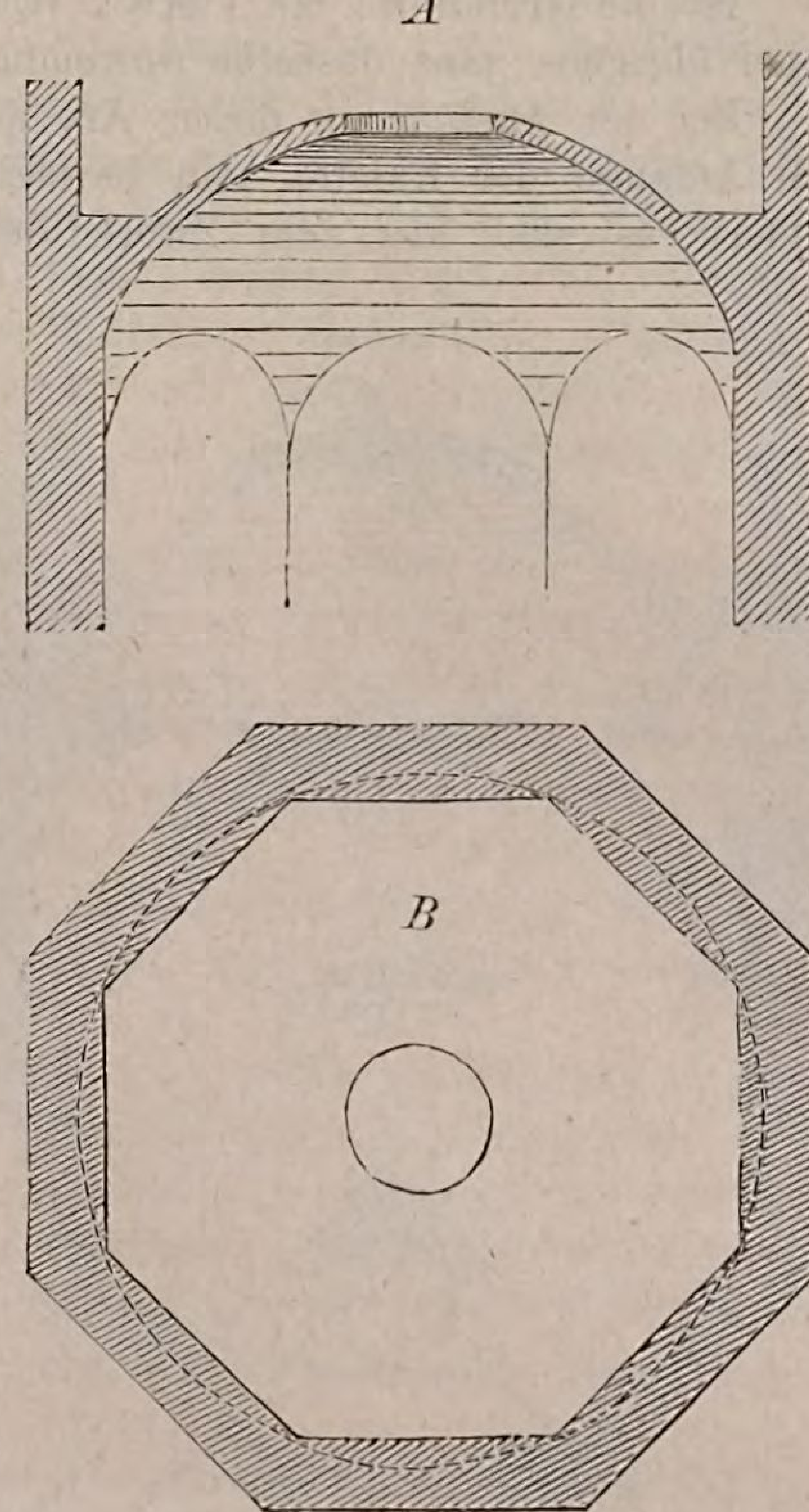
Bei Ausführung dieser Kuppel bediente man sich nur beweglicher Lehren, die im Scheitel der Kalotte auf einem Mönch befestigt waren.

In dem Bisherigen ist nur die Rede von denjenigen Kuppeln gewesen, welche über solche Räume ausgeführt sind, deren Grundform ein Kreis ist. Es kann aber auch eine Kuppel über einen vieleckigen mit geraden Seiten begrenzten Raum errichtet werden, und sind dann zwei verschiedene Fälle denkbar.

Einmal kann man sich den Grundkreis oder grössten Kreis der Kuppel durch die Ecken des zu überwölbenden Raumes gelegt denken, wo dann durch

senkrechte Ebenen die über die Grundfigur hinausfallenden Stücke der Halbkugel abgeschnitten werden. — Oder es kann auch der Fall eintreten, dass der Grundkreis oder grösste Kreis der Kuppel von den Seiten des zu überwölbenden Raumes tangentirt wird und die dadurch nicht überdeckten Ecken dann durch besondere kleine Gewölbe, sogenannte Zwickel oder Pendentifs ausgefüllt werden müssen.

Figur 210.



In nebenstehenden Figuren 210 A B ist eine Kuppel über einem regelmässigen achteckigen Raume dargestellt.

Es geht hier der Grundkreis oder grösste Kreis der Kuppel durch die Ecken des Achtecks. In diesem Fall werden durch die acht Seiten des Achtecks diejenigen Stücke der Halbkugel fortgeschnitten, welche ausserhalb dieser Seiten fallen. Jede Durchschnittsebene der Seiten mit der Halbkugel erhält als Begrenzung wieder einen Halbkreis und schliesst sich demnach das Gewölbe an jede der Umfangsmauern mit einem Halbkreis an. Die hierdurch gebildete Fläche heisst eine Lünette. Der obere Theil der Kuppel, welcher die Lünetten in ihrem Scheitelpunkte berührt, bildet eine Kugelkalotte, deren Projektion im Grundriss wieder einen Kreis bildet, welchen die Seiten des Achtecks tangentiren.

Die Gewölbezwickel, welche die Lünetten begrenzen, fangen unten in einer Spitze an. Damit aber diese Gewölbeanfänge die gehörige Festigkeit erhalten, ist es notwendig, dass, wenn diese Anfänger nicht aus Sandstein oder Granit hergestellt und bei Aufführung der Umfangsmauern des zu überwölbenden Raums gleich mit vermauert werden, die unteren Schichten dieser Zwickel horizontal und nach der Wölblinie behauen ausgekragt und die Umfangsmauern gleichzeitig mit Wölbscheiben nach der begrenzenden Halbkreislinie der Lünetten versehen, aufgeführt werden. Diese Wölbscheiben, welche aber auch bei Anwendung von Sandsteinkonsolen (Anfängern) notwendig sind, lässt man mindestens in der Steinbreite vortreten und bilden die Seitenkanten dieser Wölbscheiben dann später die Widerlager für die Zwickelmauerungen. Statt der Herstellung dieser Wölbscheiben Rillen nach der Steigung der Bogenlinien der Lünetten in die Umfangsmauern einzuhauen und diese Rillen dann als Widerlager für die Zwickelwölbungen zu benutzen; ist hier durchaus unstatthaft und nur bei kleineren Gewölben, den weiter unten anzuführenden Kugel- oder sogenannten böhmischen Kappengewölben anwendbar.

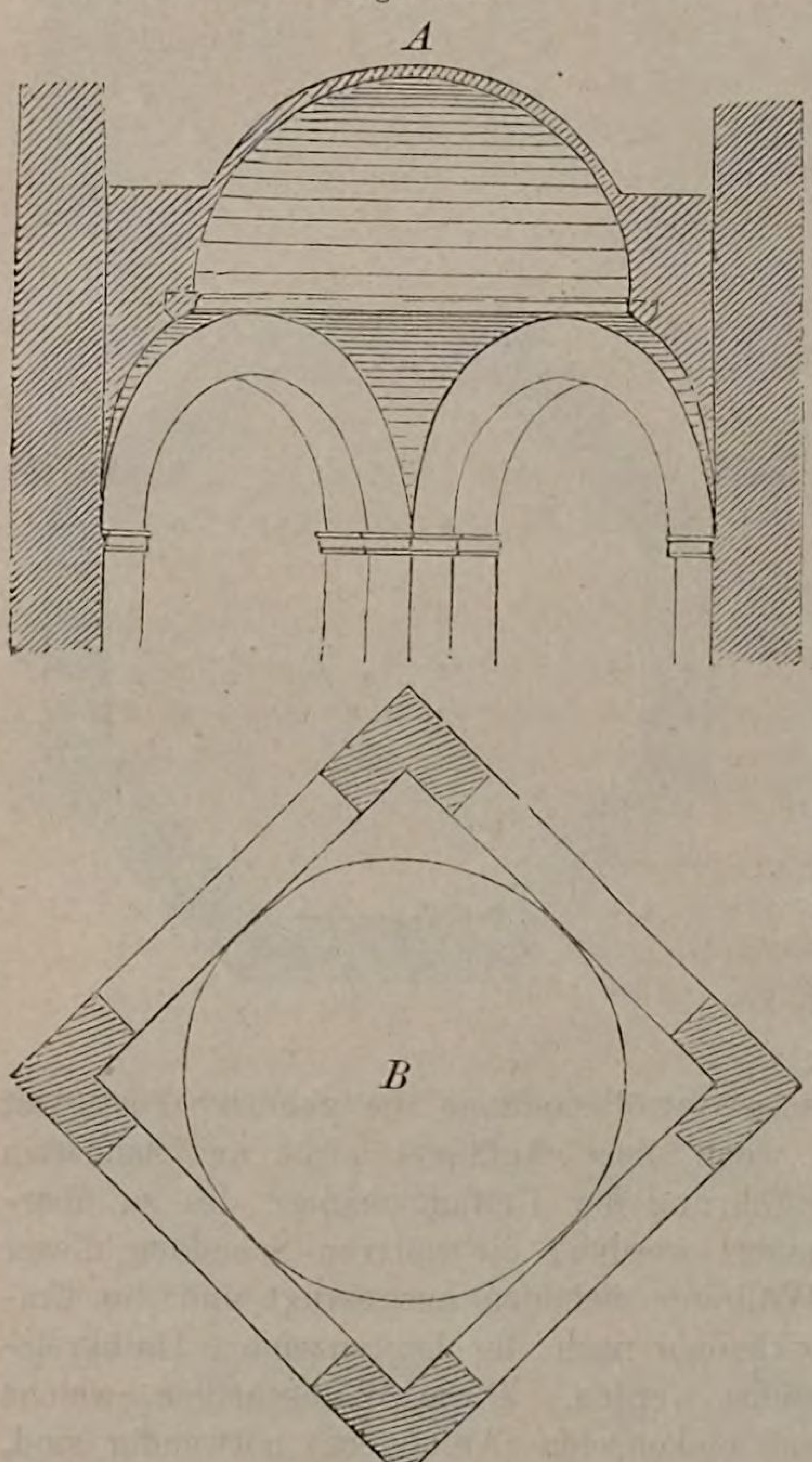
Bei den grösseren Kuppelgewölben würde aber eine solche Herstellung unbedingt als fehlerhaft zu bezeichnen sein.

Sind die Gewölbezwickel soweit ausgeführt, dass die Lünetten vollständig geschlossen sind, so wird die obere Kalotte ausgeführt, deren Ausführung dann übrigens ganz gleich ist mit der bereits oben näher beschriebenen Ausführung der Kuppeln.

Ist die Grundform ein Viereck (Quadrat), so entstehen nur vier Lünetten, wobei übrigens ganz dasselbe Anwendung findet, wie das oben Angeführte.

Bei der Ausführung dieser Art Kuppeln kann aber im unteren Theil bis zum Anfange der Kalotte kein bewegliches Lehrgerüste angewendet werden, sondern es sind hier zum Zweck der Einhaltung der richtigen Wölblinie Diagonalbogen aufzustellen und ist dann der übrige Theil der Gewölbezwickel aus freier Hand ohne weitere genaue Lehre zu mauern. Bei Ausführung der Kalotte aber kann man unter Beibehaltung der Diagonalbogen sich wieder der beweglichen Lehrgerüste bedienen, wo dann zwischen zwei festen Lehrbogen ein solches angebracht wird.

Figur 211.



Diese Kuppeln erhalten ebenfalls eine Hintermauerung in ähnlicher Weise, wie dieses bereits oben angegeben wurde; nur wird die Hintermauerung nicht ganz bis zu einem Drittel der Höhe der Kalotte aufgeführt, sondern höchstens bis zu $^1/_4$ derselben, weil sonst dadurch das Gewölbe selbst nur zu bedeutend beschwert werden würde.

In nebenstehenden Figuren 211 A B ist ein Kuppelgewölbe dargestellt, dessen Grundkreis die vier Seiten des Quadrats tangentiren und wo demnach unterhalb der Kuppel vier Zwickel entstehen, die durch besondere kleine Gewölbe ausgefüllt werden müssen.

Bei diesen Gewölben ruht ein grosser Theil der späteren Kuppel auf den Zwickelgewölben und ist daher bei Ausführung dieser letzteren eine besondere Sorgfalt zu verwenden, damit sie sich bei dem späteren Kuppelaufbau nicht allein erhalten, sondern der ausgeführten Kuppel auch eine durchaus genügende Unterstützung geben.

Da die Zwickelgewölbe besondere Gewölbe bilden und für sich selbstständig gewölbt werden, so ist es für die Festigkeit des Gewölbes jedenfalls

am zweckmässigsten, wenn die Wölblinien dieser Zwickelgewölbe einen überhöhten Bogen bilden und demnach diese Zwickel möglichst steil ausladen. Die Anfänger dieser Zwickel werden möglichst hoch mit horizontalen Schichten, die mit dem übrigen Seitenmauerwerk in Verband gemauert werden, ausgekragt. Gleichzeitig mauert man an den Umfangsmauern nach der Kämpferlinie der Zwickel die als Widerlager für die Zwickel dienenden Wölbscheiben. Diese Widerlager werden dadurch gebildet, dass man in den Schichten die einzelnen Steine unter Beibehaltung des Mauerverbandes nach der Wölblinie vortreten lässt und an der inneren Seite nach dieser Linie behauet, dagegen an der Stirnseite nach der Richtung der Radialfugen. Gegen diese vortretenden Streifen wird später das Zwickelgewölbe gemauert und bildet dann jede einzelne Schicht desselben einen besonderen Bogen, welcher gegen die erwähnten Streifen in den Umfangsmauern seine Widerlager hat. Die sämmtlichen Schichten des Zwickelgewölbes müssen unter sich wieder in gehörigen Verband gemauert werden. Gleichzeitig muss aber jedes Zwickelgewölbe auch vollständig hintermauert werden.

Ist man mit sämmtlichen Mauerwerk bis zum Anfang der Kuppel gekommen, so wird ein besonderer Schichtenkranz aus eigens dazu hergerichteten Schnittsteinen (Hausteinen) hergestellt. Dieser Schichtenkranz bildet die Schlussschicht der Zwickelgewölbe und schliesst seine untere Fugenfläche sich genau an die Oberfläche der letzten Schicht der Zwickelgewölbe an; dagegen wo dieser Schichtenkranz auf die Umfangsmauer trifft, wird die untere Fugenfläche wagerecht. Die obere Fugenfläche dieses Schichtenkranzes wird vollständig wagerecht abgeglichen, um als Kämpfer für die Kuppelmauerung zu dienen.

Dieser Schichtenkranz ruht an vier Stellen auf den Umfangsmauern, dagegen in den Zwischenräumen auf den Zwickelgewölbemauerungen und wird derselbe hier auch durch die Horizontalspannung im Gleichgewicht erhalten. Es ist desshalb auch durchaus notwendig, dass dieser Schichtenkranz nicht nur sehr genau zusammengearbeitet, sondern auch mit grosser Sorgfalt verlegt wird. Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass auch in diesem Falle die obere Kuppel hintermauert werden muss.

Diese letztere Art der Kuppeln gehört jedenfalls zu denjenigen Konstruktionen, welche man möglichst selten anwenden muss; denn nicht allein, dass eine solche Kuppel bei ihrer Ausführung bedeutend mehr Schwierigkeiten verursacht, sondern sie ist auch unter allen Umständen weniger fest, als die oben beschriebenen Kuppeln. Ausserdem aber lassen sich diese Kuppeln auch nicht ohne Gefahr über grössere Räume ausführen, es wäre denn, dass man die Zwickelmauerungen (Pendentifs) gegen starke Eisenkonstruktionen sich stützen lässt und diese Eisenkonstruktion dann auch so herstellt, dass sie auch gleichzeitig wieder als Widerlager für die Kuppel über den Zwickeln dienen. Hierdurch würde aber eine solche Ausführung ganz erheblich vertheuert werden, und es würde jedenfalls unter solchen Umständen dann zu erwägen sein, ob es nicht ebenso vortheilhaft wäre, die Kuppel entweder aus Holz mit verschalten und mit Kalkmörtel verputzten inneren Wölbflächen, oder, wenn man überall die Kosten nicht scheut, dieselbe aus Eisen herzustellen.

In einzelnen Fällen findet man wol, dass bei Aufführung dieser in geradseitigen Räumen herzustellenden Kuppelgewölben an denjenigen Stellen, wo die Zwickel der Kuppel in den Ecken anfangen, Vertiefungen in den Mauern gelassen werden, welche man dann bei späterer Ausführung mit dem Gewölbe-

mauerwerk wieder ausfüllt. Diese Anordnung ist aber jedenfalls sehr verwerflich, wie auch schon oben erwähnt wurde, weil dann die herzustellenden horizontalen Auskragungen durchaus nicht in genügendem Verband mit dem übrigen Mauerwerk gebracht werden können. Es ist daher unter allen Umständen vorzuziehen, dass entweder an diesen Stellen starke Konsolen aus Hausteinen, nach der Gewölbelinie äusserlich behauen, gleichzeitig mit dem übrigen Mauerwerk vermauert werden und welche dann als Anfänger für die Gewölbezwickel dienen, oder dass gleich Anfangs bei Aufführung der Umfangsmauern die horizontalen Auskragungen für die später auszuführenden Gewölbe hergestellt werden und kann der hierdurch etwa entstehende grössere Kostenaufwand für Arbeitslohn durchaus nicht in Betracht kommen. Bei genauer Bestimmung des Entwurfs des ganzen Bauprojektes, wo die Höhenverhältnisse schon vorher genau angegeben sind und überhaupt auch angegeben sein müssen, ist diese Arbeit auch ohne alle weitere Schwierigkeit auszuführen und trägt sie dann unbedingt zur Solidität des ganzen Baues in hohem Grade bei.

Denkt man sich eine Kuppel in ihrem Mittelpunkt durch eine gerade Ebene durchschnitten, so bildet die halbe Kuppel mit ihrer Untermauer eine Chor- oder Kuppelnische.

Diese Kuppelnischen kommen in kleineren Dimensionen sehr häufig vor; in grösseren Dimensionen aber seltener, weil im Allgemeinen es hier schwieriger ist, der halben Kuppelmauer an der geraden Wand das genügende Widerlager zu geben. Um dieses nun zu erhalten, ist es notwendig, dass die Kuppelmauer aus zwei verschiedenen, jedoch innig mit einander verbundenen Theilen hergestellt werde. Der eine Theil besteht aus einem unmittelbar an die gerade Begrenzungsmauer anlehnenden herzustellenden starken Gurtbogen, mit welchem dann der übrige Theil der halben Kuppel genau in Verband gleichzeitig mit aufgeführt wird. Dieser Gurtbogen, welcher als Begrenzung und gleichzeitig als Widerlager des Kuppeldurchschnitts dient, lehnt sich unmittelbar gegen die gerade Begrenzungsmauer und erhält namentlich auch im Scheitel eine grössere Stärke als die Kuppelmauerung.

Es ist zu dem Ende bei Aufführung einer solchen halben Kuppel zunächst die Aufstellung eines festen Lehrgerüstes für den Gurtbogen erforderlich; für den übrigen Theil der Kuppel werden einzelne Lehrbogen gestellt, welche in der Mitte durch einen Mönch unterstützt werden und wird die Mauerung der Kuppel dann aus freier Hand gemauert und jede einzelne Schicht derselben mit dem gleichzeitig aufzuführenden Gurtbogen in gehörigen Mauerverband gebracht. Je nach Verhältniss der Grösse der Chornische muss auch der Gurtbogen eine grössere Breite erhalten. Eine genügende Hintermauerung darf auch hier nicht fehlen, dieselbe wird jedoch nicht bis zu der Höhe aufgeführt als dieses bei einer ganzen Kuppel erforderlich ist.

Bildet eine solche Chornische im Grundriss die Hälfte eines Achtecks, so muss man schon die beiden an die Begrenzungsmauer anschliessenden Seiten des Achtecks in ihrer vollen Länge nehmen und nicht, dass der Mittelpunkt des Achtecks in der angrenzenden Seite in der Begrenzungsmauer liegt, weil sonst durch den Anschluss der durchschnittenen Lünette Missverhältnisse entstehen würden. In solchem Falle würde es aber jedenfalls vorzuziehen sein, statt des Kuppelgewölbes ein Gewölbe mit Graten (Kreuzgewölbe) anzuwenden.

§ 58. Das Kugelgewölbe oder sogenannte böhmische Kappengewölbe.

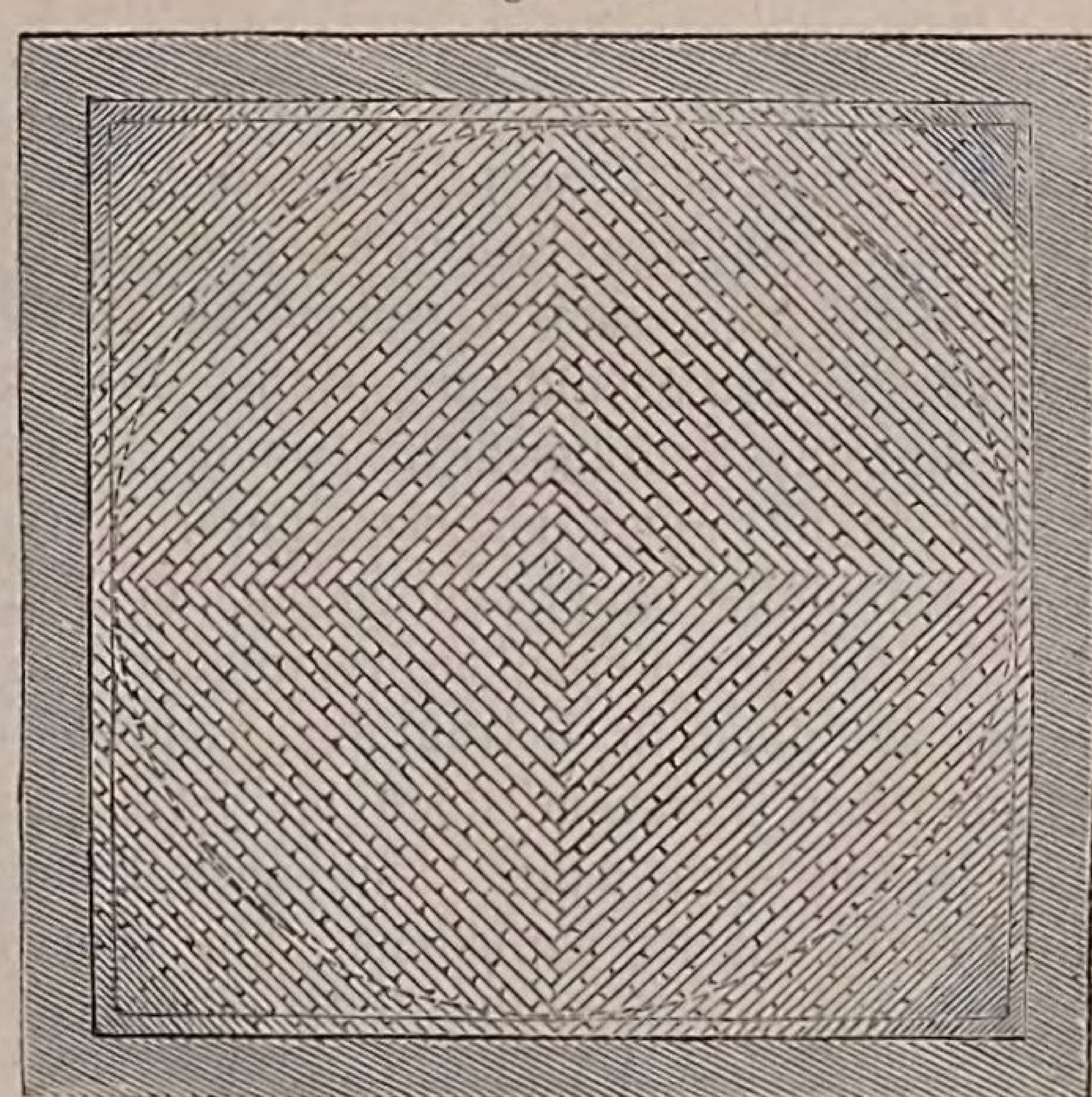
Diese Art der Gewölbe unterscheidet sich von der Kuppel im viereckigen Raum hinsichtlich der Form im Allgemeinen gar nicht und besteht der wesentliche Unterschied wol mehr oder weniger einmal in der Verschiedenheit der Grösse und ferner in der Ausführung selbst. Ausserdem ist aber bei diesen Gewölben nicht erforderlich, dass der Diagonalbogen über der Diagonale des Quadrats ein Halbkreis ist, sondern er kann aus einem Stück Kreisbogen kleiner als der Halbkreis, also aus einem Stichbogen bestehen, wo dann die Stirnbogen oder Bogen an den Stirnmauern ebenfalls nur Stichbogen werden.

Wegen der grossen Leichtigkeit der Ausführung dieser Gewölbe findet man dieselben in neuerer Zeit vielfach angewendet. Aber auch in älteren Gebäuden, Kreuzgängen und sonstigen Räumen findet man diese Gewölbe statt der Kreuzgewölbe mannichfach angewendet, jedenfalls aus dem Grunde, weil ihre Ausführung leichter als die der Kreuzkappengewölbe herzustellen war.

Diese Kappengewölbe werden aus freier Hand gewölbt und bedarf man zu ihrer Ausführung nur der beiden Diagonallehrbogen, welche im Mittelpunkt des Raumes durch den sogenannten Mönch unterstützt werden. Diese Diagonalbogen dienen übrigens nur als Lehren, ohne dass aber die Gewölbemauerung sich darauf stützt und bedürfen sie daher auch keiner grossen Festigkeit. Anders ist dieses bei den Kreuzkappengewölben, wo die Lehrbogen den Gratbogen des Gewölbes unmittelbar als Unterstützung dienen, indem diese Bogen aus der Gewölbefläche vortreten und die Widerlager der gleichzeitig einzuwölbenden Kappen bilden.

Die Kappengewölbe werden gewöhnlich einen halben Stein stark und auf den Schwalbenschwanz gemauert, wie dieses in nebenstehender Figur 212 im Grundriss, mit dem Kappengewölbe von oben gesehen, angegeben ist.

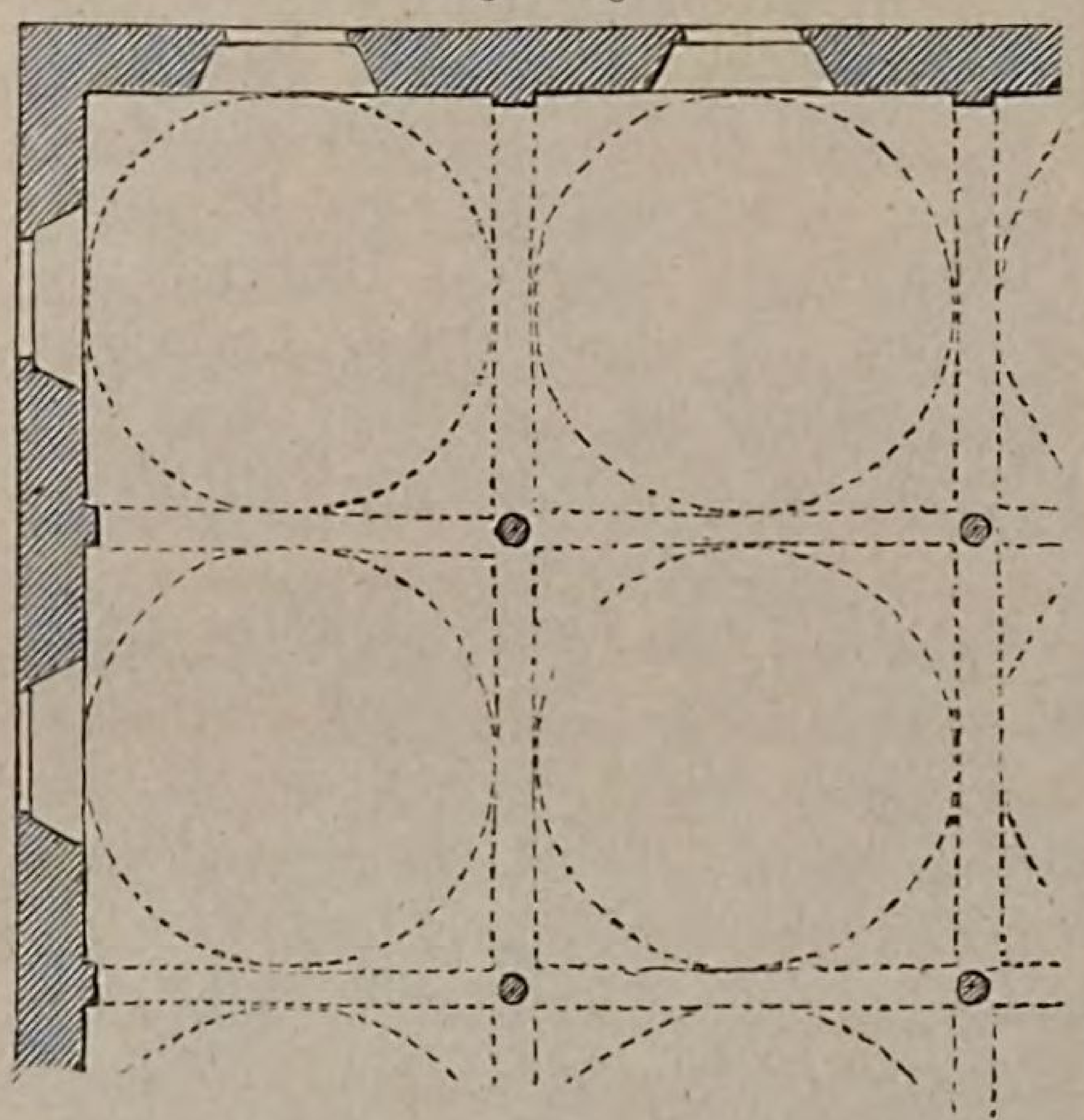
Figur 212.



Man bedarf zur Ausführung dieser Kappen, wie auch schon angeführt ist, der beiden Diagonallehrbogen; allein da die Kappen an den begrenzenden Stirnmauern ihre Widerlager erhalten und hierzu ebenfalls genaue Lehren erforderlich sind, so nimmt man hierzu leichte Bretterbogen, die an den Stirnmauern aufgestellt werden, um hier nur als Lehre für den Halbkreis oder Stichbogen des Widerlagers zu dienen. Man kann übrigens auch bei Aufführung der Umfangsmauern oder der Stirnbogen (Gurtbogen) schon gleich darauf Rücksicht nehmen und nach der vorgezeichneten Kreis- oder Bogenlinie des Widerlagers genau anhauen, in welchem Falle dann bei Ausführung der Kappen diese Lehrbogen vollständig überflüssig werden. Diese Widerlager,

welche übrigens gleich bei Aufführung der Stirnbogen (Gurtbogen) angehauen werden müssen, bestehen gewöhnlich in einer etwa 2 Zentimeter tiefen und 15 Zentimeter hohen eingehauenen Rille, welche hier vollständig genügt.

Figur 213.



Statt der vollen Umfangsmauern kann man auch die Gewölbe über Pfeilerstellungen und zwischen darüber gespannten Gurtbogen herstellen, wie dieses in nebenstehender Figur 213 im Grundriss dargestellt ist.

Diese Ausführung findet man auch häufig in älteren Gebäuden und namentlich in solchen aus dem Mittelalter herstammenden, wo dann aber diese Gewölbe gewöhnlich nach dem vollen Halbkreis hergestellt sind. In neuerer Zeit hat man vielfach nur Stichbogen als Wölblinien angewendet und nicht selten hat man die Wölblinien so flach genommen, dass es mehr als Versuch anzusehen sein möchte, bis zu welcher Grenze man die Gewölbe flach herstellen könnte. Meistens werden dann, wenn solche Fälle gerathen, die erlangten Resultate auch sofort als für alle Fälle giltig und zur Ausführung anwendbar angenommen; es wird aber dabei nicht berücksichtigt, dass bei solchen Fällen gewöhnlich ein Mörtel verwendet wird, dessen schnelle Bindekraft zwar bekannt, es aber noch durchaus nicht durch langjährige Erfahrung bestätigt ist, dass solche Versuche sich auch allgemein für die Ausführung eignen.

Eine Konstruktion soll nicht nur durch die schnelle Bindekraft des verwendeten Mörtels sich erhalten können, sondern sie soll sich auch dann vollständig erhalten können, wenn der verwendete Mörtel weniger schnell bindet und seine gehörige Festigkeit erst nach längerer Zeit erhält.

Wenn nun auch verschiedene Versuche in dieser Art ausgeführt wurden, welches in der Ausführung selbst eben keine grosse Schwierigkeit macht, weil jede einzelne Schrägschicht, wenn sie vollgemauert ist, einen abgeschlossenen Bogen bildet, und manche dieser Versuche auch vollständig gelungen sind, aber jedenfalls hauptsächlich nur in Folge der grossen Sorgfalt, welche auf die Ausführung derselben verwendet wurde, sowol in Betreff der Ausführung selbst als auch in Betreff der Auswahl der dazu verwendeten Materialien, so haben diese Versuche doch bis jetzt immer nur noch vereinzelt stattgefunden und lassen sich daher auch noch keineswegs allgemein giltige Resultate für die Praxis daraus entnehmen; am allerwenigsten aber lassen sich im Fall der Anwendung günstige Resultate erlangen, wenn man nicht geübte und durchaus zuverlässige Arbeiter zur Seite hat.

Man sollte die Höhe des Gewölbebogens (Diagonalbogens) nicht geringer als $^1/_3$ höchstens $^1/_4$ der Spannweite des Gewölbes nehmen, weil sonst, abgesehen von der jedenfalls schwierigeren Ausführung, der Gewölbedruck zu bedeutend wird und demnach die Widerlager zur Aufhebung des grösseren Gewölbedrucks unverhältnissmässig verstärkt werden müssen, wodurch aber dann auch die Kosten notwendig grösser werden, ohne einen weiteren Vortheil

als eine flachere gewölbte Decke erhalten zu haben. Eine solche Verstärkung wird nun entweder durch grössere Stärke der Umfangsmauern oder durch Anwendung von eisernen Verankerungen beschafft.

Um derartige flache Gewölbe dennoch auszuführen, ohne aber einen erheblich grösseren Kostenaufwand für Verstärkung der Widerlager zu bedingen, hat man in neuerer Zeit mehrfach die Gewölbe mit flachliegenden Steinen (Kantsteinen) gemauert, so dass man also statt der Steinbreite 13 Zentimeter, die Steindicke etwa 7 Zentimeter als Gewölbestärke angenommen hat. Hierbei hat man sich dann als Mörtel des Portland-Zements oder eines anderen schnell und stark bindenden Zementes bedient. Dass aber diese mit flachliegenden Steinen ausgeführten Gewölbe, namentlich, wenn sie von einiger Ausdehnung sind, nur eine sehr geringe Festigkeit haben, liegt klar auf der Hand, denn die Lagerflächen der Gewölbsteine (die Radialfugen) sind von zu geringer Ausdehnung, als dass bei einem Setzen des Gewölbes oder bei einem ungleichen Druck auf dasselbe bei seiner sonst geringen Stabilität, die Steine sich genügend erhalten können, sondern es fallen sehr leicht die Steine einzeln oder in grösseren Flächen heraus. Auch findet schon wegen der geringen Stabilität der Gewölbefläche beim Uebergehen über dieselbe ein starkes Durchbiegen statt; es sind daher diese Konstruktionen keinenfalls so unbedingt für die Anwendung zu empfehlen, wie dieses von mancher Seite aus geschieht. Diese Konstruktionen sind mehr als Kunststücke anzusehen, die wol einzeln gelingen, die aber, sobald ein solides Bauwerk hergestellt werden soll, jedenfalls zu verwerfen sind.

Bei Anwendung dieser Kugelgewölbe ist es nicht durchaus erforderlich, dass der Raum, über welchen ein solches Gewölbe hergestellt werden soll, eine quadratische Grundform habe. Es kann die Grundform auch ein Vieleck oder Oblongum, oder auch ein unregelmässiges oder verschobenes Viereck oder Vieleck sein.

Ist die Grundform ein unregelmässiges Viereck oder Vieleck, so hat man darauf zu sehen, dass der Scheitelpunkt des Gewölbes lothrecht über den Mittelpunkt (Schwerpunkt) der Grundfigur trifft, wie dieses auch schon oben bei den Kreuzkappengewölben näher angeführt wurde und worauf in Betreff der Ermittelung des Mittelpunkts verwiesen wird. Es ist aber hierbei auch noch zu berücksichtigen, dass der Unterschied zwischen den Längen der Diagonalbogen, welche hier notwendig alle Kreisbogen werden, nicht zu bedeutend werde und höchstens in dem Verhältniss wie 2 : 3 stehe. Wird der Unterschied grösser, so ist es unter allen Umständen vorzuziehen, eine andere Gewölbekonstruktion anzuwenden; denn, da die Gewölbeanfänge schon bei dem angegebenen Verhältnisse in verschiedene Horizontalebenen zu liegen kommen, würde dieser Unterschied durch eine Vergrösserung des angegebenen Verhältnisses ebenfalls nur noch vergrössert werden und dadurch bei Aufführung eines solchen Gewölbes nicht allein ein sehr ungleicher Druck auf die verschiedenen Widerlager entstehen, sondern es würde auch gleichzeitig die verschiedene Höhe der Anfänger des Gewölbes sehr unangenehm in die Augen fallen. Wollte man aber dennoch die verschiedenen Gewölbeanfänge in diesem Falle sämmtlich in einer Höhe anlegen, so würde man kein Kugelgewölbe, sondern ein sehr schwierig zu konstruirendes elliptisches Gewölbe erhalten.

Ist die Grundform des zu überwölbenden Raumes ein Oblongum, so darf übrigens der Unterschied zwischen der Breite und der Länge desselben ebenfalls nicht zu bedeutend sein und höchstens auch nur in dem Verhältniss wie

2 : 3 stehen. Ist der Unterschied zwischen Breite und Länge grösser, so geht der Vortheil, welchen ein solches Kugelgewölbe sonst bietet, mehr oder weniger verloren, indem der Seitendruck des Gewölbes sich dann weniger allein auf die Eckpfeiler reduzirt, sondern es üben dann die längeren Seiten des Gewölbes ebenfalls in der Nähe des Scheitels und in dessen Richtung selbst, einen erheblich grösseren Druck unmittelbar auf die Seiten- oder Langmauern aus. Hierdurch entsteht aber ein ungleichmässiger Druck sowol auf die Ecken, als auch namentlich auf die sämmtlichen Seitenmauern und kann dann sehr leicht der Fall eintreten, dass der mittlere Theil des Gewölbes sich senkt. In dem Falle nun, dass die Breite des Gewölbes erheblich geringer wird als die Länge desselben, ist es unter allen Umständen vorzuziehen, die gewöhnlichen oben näher beschriebenen Kappengewölbe mit horizontalen Widerlagern zur Anwendung zu bringen, um so mehr, da man dieselben dann noch durch einzumauernde Gurtbogen erheblich verstärken kann. Bei diesem eben erwähnten Falle ist aber ferner auch noch zu berücksichtigen, dass die Ausführung solcher Kugelgewölbe, welche stets nur aus freier Hand geschehen kann, mit bedeutend grösseren Schwierigkeiten verbunden ist, indem es hier um so schwieriger wird, die freischwebenden Schichten, jemehr man sich dem Scheitelpunkte nähert, in ihrer Lage bis zum Schluss des Gewölbes zu erhalten.

Werden diese Kugelgewölbe zwischen Gurtbogen eingespannt, so ist es notwendig, dass man in die Anfänger der Gurtbogen über einem Pfeiler gleichzeitig auch die Anfänger der später auszuführenden Gewölbekappen (Kugelgewölbe) mauert, wenn man es nicht vorzieht den Anfänger der Gurtbogen und der Gewölbekappen über einem Pfeiler jedesmal aus einem Sandstein oder Granitstein herzustellen. Sollen die Anfänger gemauert werden, so ist es zweckmässig, dass dieselben, wie oben schon bei anderen Gewölben angegeben ist, mit horizontalen auskragenden Schichten gemauert werden. Unterlässt man es, die Anfänger der Gewölbekappen gleichzeitig mit denen der Gurtbogen zu vermauern, so ist es später immer schwierig, diese Anfänger genügend zu befestigen, weil sie jedesmal in eine Spitze auslaufen und in den meisten Fällen wird dann diese Spitze durch Kalkanwurf und durch eingedrückte kleine Steinabfälle hergestellt, welche Anordnung aber stets als fehlerhaft zu verwerfen ist.

Ferner ist noch zu bemerken, dass, um bei Ausführung dieser Gewölbe einen ungleichen Druck auf die einzelnen Pfeiler und Gurtbogen zu verhindern, die über einem Pfeiler auszuführenden Kappen in ihren Anfängen sämmtlich zugleich hergestellt und bis zu einer bestimmten Höhe aufgeführt werden müssen, bevor mit einer dieser Kappen bis zum Schluss derselben weiter gearbeitet wird, um dadurch die bis dahin von einer Seite noch freiliegenden Gurtbogen zu stützen und deren Ausweichen gleichzeitig zu verhindern. Ganz dasselbe findet auch bei den Kreuzkappengewölben Anwendung, wenn diese mit ihren Anfängern auf einzelnen freistehenden Pfeilern ruhen.

Eine Hintermauerung dieser Kugelgewölbe ist nicht weiter erforderlich, weil jede einzelne Schicht für sich schon einen abgeschlossenen Bogen bildet. Unter allen Umständen ist es aber notwendig, dass das Gewölbe mit vollen und nicht zu starken Stoss- und Lagerfugen gemauert werde. Da aber bei der Mauerung dennoch nicht immer ganz volle Fugen zu erreichen sind und ein Ausschmieren der einzelnen Fugen bei Vermauerung einer jeden Schicht keineswegs genügt, sondern eher nachtheilig ist, so ist es vorzuziehen, das

Gewölbe nach dem Schlusse desselben auf seiner Oberfläche, nachdem es mit einem scharfen Besen gereinigt ist, mit Gussmörtel auszugiessen, damit alle Fugen vollständig mit Mörtel ausgefüllt werden.

Wenn die Gewölbepfeiler dazu bestimmt sind auch die Balkenlagen der oberen Stockwerke zu unterstützen, so dass also über die einzelnen Pfeiler noch wieder besondere Pfeiler (Ständer) aufgestellt werden, so ist eine Ausmauerung der verschiedenen Gewölbesäcke notwendig. Diese Ausmauerung muss aber alsdann so ausgeführt und in gehörigem Verbande hergestellt werden, dass der vertikale Druck der oberen Belastung weder direkt auf die Gurtbogen noch auf die Gewölbekappen trifft. Ist daher der Pfeilerkopf zu klein, so dass nach Herstellung der Gurtbogen und Kappen nicht mehr Raum für eine genügende Ausmauerung bis auf den Pfeilerkopf vorhanden ist, so muss auf den Pfeilerkopf entweder ein Anfänger von Sandstein oder Granit in hinreichender Grösse gelegt werden, oder man muss die Anfänger mit horizontalen Schichten auskragend mauern, in ähnlicher Weise, wie dieses schon oben näher angeführt ist. Dieses Letztere ist in vielen Fällen vorzuziehen und noch anzuwenden, selbst wenn der Pfeilerkopf oder Anfänger der Gewölbe und Gurtbogen aus Sandstein hergestellt ist. In diesem Falle muss aber dann die Oberfläche dieses Anfängers horizontal bearbeitet sein. Die darüber dann weiter auszuführende Sackausmauerung darf sich jedoch, wie schon oben angeführt, nicht gegen die Gurtbogen- oder Kappenmauerungen stützen, weil diese durch den vertikalen Druck ganz erheblich leiden würden. Ganz dasselbe gilt auch bei den Kreuzkappengewölben.

§ 59. Das gothische oder altdeutsche Gewölbe.

Das sogenannte gothische oder altdeutsche Gewölbe, welches ebenfalls ein Kreuzkappengewölbe ist, unterscheidet sich dennoch sehr wesentlich von den oben beschriebenen Kreuzkappengewölben, zunächst einmal dadurch, dass die Bogenform seiner Graten vorherrschend aus zwei sich schneidenden, aus verschiedenen, jedoch in einer Horizontalebene liegenden Mittelpunkten gezogenen Kreisbogen besteht, also einen Spitzbogen bildet; einzeln findet man aber auch, dass diese Bogen Halbkreise sind. Ferner aber hauptsächlich unterscheiden sich diese Gewölbe von den oben beschriebenen Kreuzkappengewölben dadurch, dass sie aus einer Zusammenstellung von Graten und Ribben bestehen, zwischen welchen Gewölbe (Kappen) eingelegt sind, die entweder aus leichterem Steinmaterial oder doch in erheblich geringerer Stärke als die übrigen Gewölbetheile (Graten und Ribben) ausgeführt sind.

Untersucht man nun ältere Gewölbe näher, woraus man die Art und Weise der Konstruktion derselben nur kennen lernen kann, so findet man zunächst dass nur bei den Graten und Ribben, wo diese angeordnet sind, hauptsächlich eine grössere Regelmässigkeit stattfindet; in weit geringerem Grade ist dieses aber bei den verschiedenen eingelegten Zwischengewölben oder Kappen der Fall, sondern es sind diese meistens sehr unregelmässig ausgeführt, denn nicht selten, sondern sogar sehr häufig findet man, dass die einzelnen Kappen in einem und demselben Gewölbe hinsichtlich ihrer Höhe und Bogenlinie sehr wesentlich von einander abweichen. Dieses ist sehr deutlich zu ersehen, wenn man diese älteren Gewölbe auf ihrer äusseren Fläche (Oberfläche) untersucht, wozu die älteren Kirchen, deren Dachböden nie oder doch nur sehr selten mit Brettern dicht belegt sind, die einfachste Gelegenheit

geben. An den inneren Gewölbeflächen sind derartige Unregelmässigkeiten aber schwer zu entdecken, weil man einmal zu weit davon entfernt ist und ausserdem auch die maassgebenden Kurven nicht genügend sich abtrennen und sich auch wegen der vortretenden Grate und Ribben nicht genau erkennen lassen.

Die Oberfläche solcher Gewölbe gibt aber gleichzeitig auch zu erkennen, dass die Ausführung der Graten, wenigstens der Hauptgraten in vielen Fällen ganz unabhängig von der Ausführung der zwischengemauerten Kappen gewesen ist und lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass in sehr vielen Fällen die verschiedenen Hauptgrate zuerst ausgeführt wurden, und nachdem diese hergestellt waren, erst die Kappen zwischengemauert worden sind. Wurden die Kappen noch wieder durch Zwischenribben in besondere Felder eingetheilt, so führte man diese Ribben, sowie die Kappenmauerung mit den Hauptgraten bis zu der Höhe auf, dass die Ribben vollständig freistehend waren und nach dem Schluss der Hauptgraten wurden dann die Zwischenribben mit den einzulegenden Kappen zusammen aufgemauert, oder in einzelnen Fällen auch wol jeder Theil für sich besonders. Dieses letztere wird aber wol nur in seltneren Fällen stattgefunden haben, wenngleich ein Verband zwischen dem Mauerwerk der Ribben und der Kappen, namentlich im oberen Theil im Allgemeinen nur wenig gefunden wird. Bis zu der angegebenen Höhe bis zu welcher die Zwischenribben vom Anfange an mit den Hauptgraten gleichzeitig aufgeführt wurden, führte man, wie auch schon erwähnt, die Anfänge der Kappen ebenfalls mit auf, und findet man in den meisten Fällen, dass die Mauerung mit horizontalen auskragenden Schichten ausgeführt wurde, welches dann eine weitere Sackausmauerung überflüssig machte. Sowol zu den Hauptgraten als auch zu den Zwischenribben waren Lehrbogen erforderlich; dagegen wurden die Kappen sämmtlich aus freier Hand gemauert, welches, wie auch schon oben angeführt wurde, sich sehr deutlich aus der grossen Unregelmässigkeit derselben bei älteren Kirchengewölben entnehmen lässt.

Dass die Kappengewölbe nicht immer gleichzeitig mit den Hauptgraten ausgeführt wurden, lässt sich auch aus der Konstruktion derselben bei vielen älteren Gewölben entnehmen. Diese Zwischenkappen haben bei vielen Gewölben eine sehr bedeutende Bogenhöhe und findet man nicht selten den Scheitel derselben um 31 bis fast 62 Zentimeter über die Graten wegragen. Bei grösseren Gewölben würden die Lehrbogen jedenfalls eine zu bedeutende Last zu tragen erhalten haben, wenn Gratbogen mit den Zwischenribben und Kappen gleichzeitig hergestellt worden wären, und lässt es sich durchaus nicht annehmen, dass die älteren Baumeister bei dem sehr langsamen Fortschreiten der Arbeiten, die Gewölbe auf ihren Lehrbogen so lange bis zum Schluss hätten schwebend erhalten, zumal, wenn in den Kappenfeldern noch verschiedene Zwischenribben angebracht wurden. Bei kleineren Gewölben wird man gleichzeitig mit den Graten auch die Kappen ausgeführt haben, vorausgesetzt, dass diese letzteren nicht durch eingelegte Zwischenribben noch, wieder in Felder zerlegt werden sollten.

Da die Graten bei den älteren Gewölben stets aus der Gewölbefläche bedeutend hervortreten und profilirt wurden, so musste notwendig auch ein besonderer Schlussstein eingesetzt werden, gegen welchen sich die einzelnen Grate und Ribben mit ihren Profilirungen anschlossen. Aber auch, wenn die Kappen durch Ribben wieder in verschiedene Felder zerlegt wurden, waren

an denjenigen Stellen, wo diese Ribben in einem Punkte zusammentrafen, besondere Schlusssteine erforderlich.

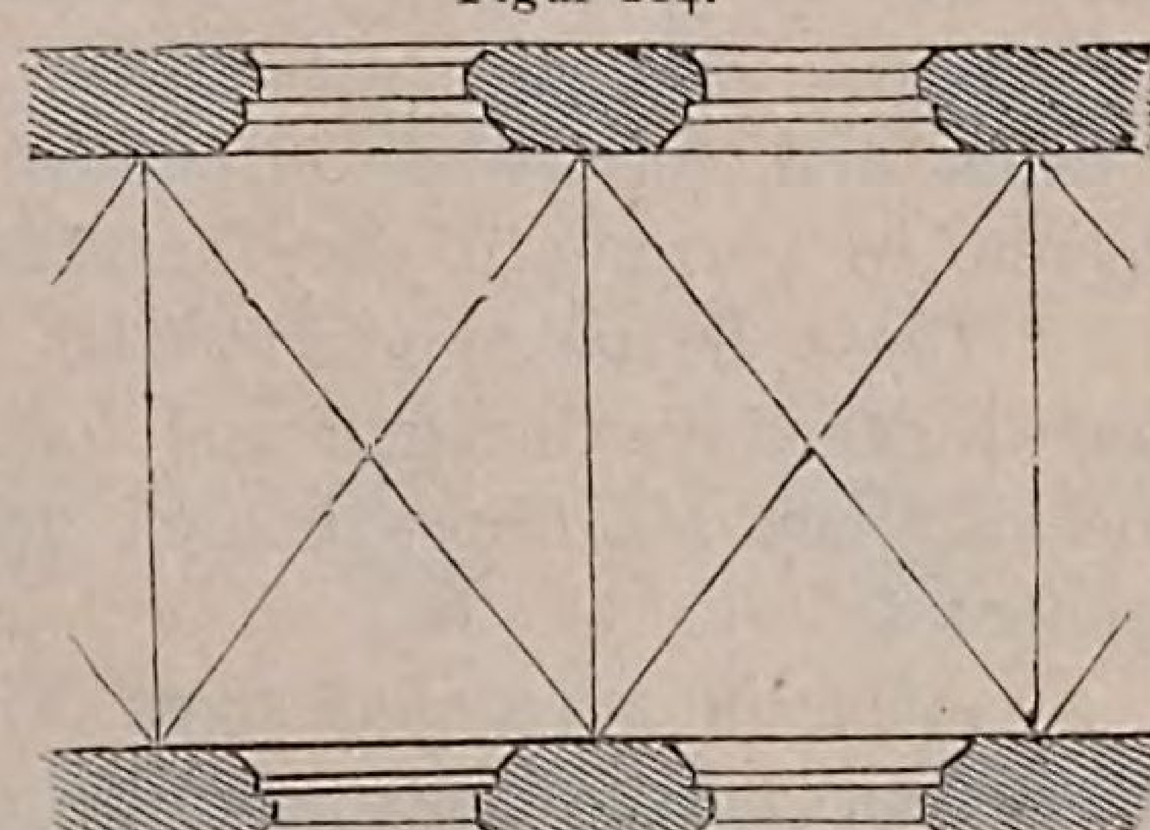
Die Hauptgraten wurden bei allen Gewölben in grösserer Stärke als die Zwischenribben aufgeführt, und wurden, wie schon oben erwähnt ist, die sämmtlichen Grate mit den Ribben und Kappenanfängen bis zu einer bestimmten Höhe als kompaktes (volles) Mauerwerk entweder mit Radiallagerfugen oder mit horizontalen Schichten auskragend aufgeführt. Durch die volle Mauerung der unteren Gewölbeschenkel wurde die Hintermauerung der Gratbogen und überhaupt die Ausmauerung der Gewölbesäcke mehr oder weniger überflüssig und findet man bei älteren Gewölben eine höhere Hintermauerung als bis höchstens zu einem Drittel der Höhe der Gratbogen nur in sehr seltenen Fällen. Diese Hintermauerung wurde auch schon mehr oder weniger durch die sehr bedeutend überhöht gewölbten Zwischenkappen ersetzt.

Als Beweis für obige Annahme, dass nicht in allen Fällen die Graten und Kappen gleichzeitig aufgeführt wurden, kann auch angeführt werden, dass man bei manchen Gewölben ein ganz anderes Material zu den Kappen verwendet findet als zu den Graten. Bei dem nur sehr langsamen Fortschreiten der Arbeiten, wie solches bei Aufführung der Gebäude in älteren Zeiten stattfand, lässt sich auch jedenfalls annehmen, dass die Baumeister dennoch darnach strebten, die aufgestellten Lehrbogen durch den Schluss der darüber aufgeführten Gratbogen in möglichst kurzer Zeit zu entlasten, wenngleich auch wieder bestimmt anzunehmen ist, dass diese Lehrbogen sehr tüchtig unterstützt gewesen sein müssen.

Bei manchen Gewölben war es auch nicht wol möglich, die verschiedenen Haupt- und Zwischengraten mit den eingelegten Kappen gleichzeitig aufzuführen. Es ist übrigens sehr schwierig, näher und genau anzugeben, wie und in welcher Weise diese Gewölbe ausgeführt wurden, und es bleibt daher nur übrig, bei vorkommenden Fällen die erforderlichen Anordnungen dem praktischen Ermessen des betheiligten Baumeisters zu überlassen. Genaue und bestimmte Vorschriften lassen sich darüber keineswegs aufstellen und würden solche auch für weniger praktisch ausgebildete Baumeister nicht selten leicht unverständlich werden und leicht das Gegentheil von dem hervorbringen, was beabsichtigt wurde.

Unter allen Umständen ist es jedoch vorzuziehen, wenn man die Aufführung der Gewölbeanfänge mit horizontalen, auskragenden Schichten möglichst hoch herstellt, weil man dadurch die Haupt- und Zwischengrate unbedingt in einem besseren Verbande herzustellen im Stande ist und dieses für die Festigkeit der Gewölbe sehr viel beiträgt. Soweit diese Aufmauerung mit horizontalen auskragenden Schichten reicht, wird das Kappengemäuer gleichzeitig mit ausgeführt. Dass ferner die hierzu erforderlichen für die spätere Weiterführung der Gratbogen dienenden Lehrgerüste genügend fest und sicher unterstützt hergestellt werden müssen, ist selbstverständlich. Diese Gerüste dürfen ferner auch nicht mit den Arbeitsgerüsten in Verbindung gebracht werden.

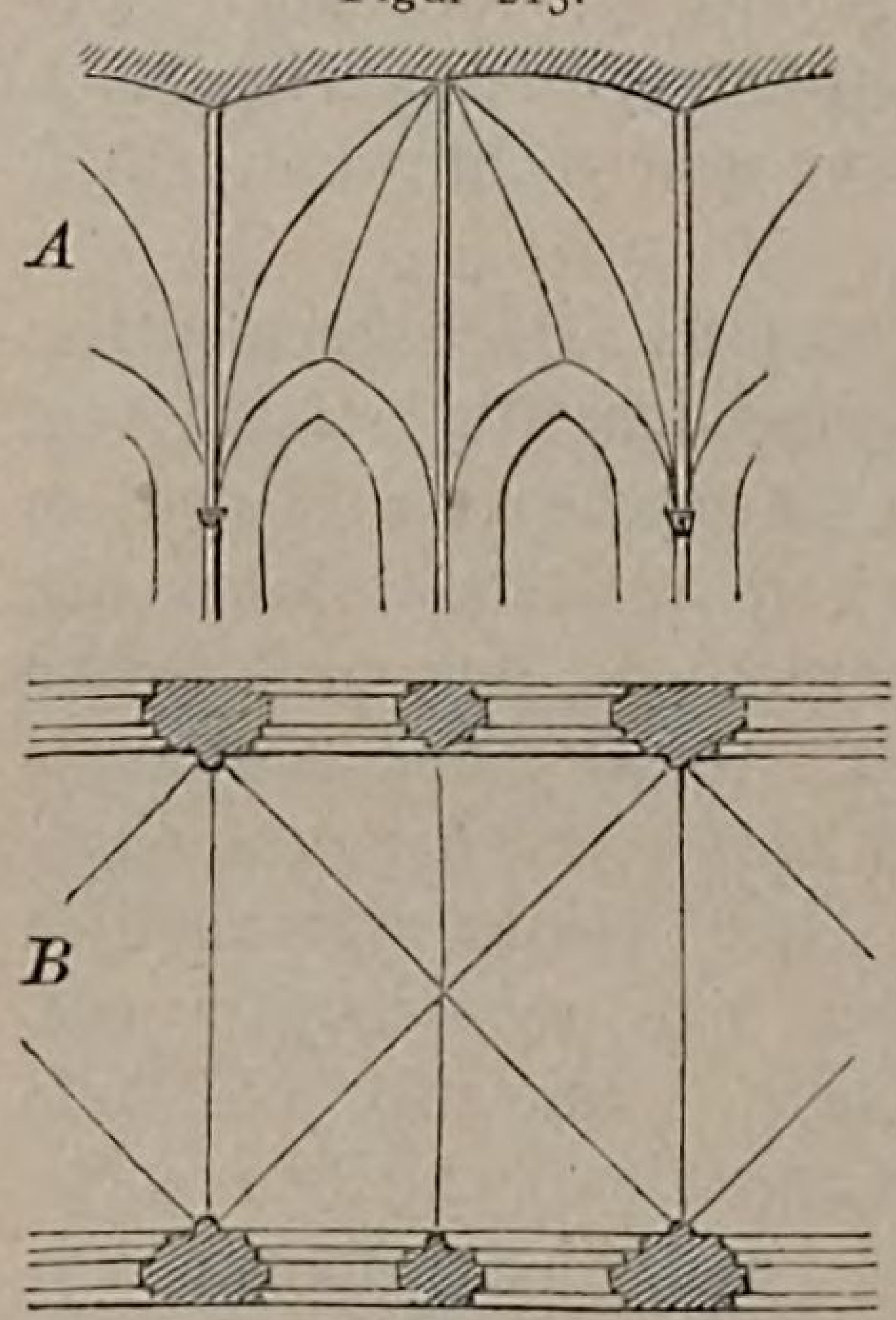
Figur 214.



Als Grundform des Gewölbes wurde in den meisten Fällen ein Parallelogramm gewählt und weniger häufig ein Quadrat. (S. Figur 214).

Bei der Wahl des Parallelogramms wurden dann bei einer fortlaufenden Gewölbereihe die kurzen Seiten desselben stets als Langseiten des Gebäudes angenommen, wie dieses in Figur 214 dargestellt ist. Dieses hatte hauptsächlich darin seinen Grund, dass, wenn die Seitenmauern (Langseiten) durchbrochen und mit grossen Oeffnungen versehen und diese mit Gurtbogen überspannt wurden, diese Oeffnungen nicht so bedeutend würden, um der Stabilität des Gebäudes selbst nachtheilig werden zu können, welches bei der grossen Spannweite der Gewölbe selbst und einer dann noch stattfindenden etwaigen Vergrösserung der Seitenöffnungen bei Anwendung der quadratischen Grundform jedenfalls hätte der Fall sein können. Durch Anwendung des Parallelogramms als Grundform erhielt man aber erstens eine grössere Anzahl von Stützpunkten in den Seitenmauern und ferner wurde man auch dadurch in den Stand gesetzt, den Gewölben oder dem Schiffe einer Kirche eine grössere Breite zu geben. Wo es aber dennoch in der Eintheilung lag, dass die Gewölbe bei einer grösseren Breite das Quadrat als Grundform erhielten, wurden die Hauptpfeiler wieder durch mit verhältnissmässig grossen Oeffnungen versehene Zwischenmauern verbunden, so dass zwischen je zwei Hauptpfeiler in den Seitenmauern ein Zwischenpfeiler aufgeführt wurde, welcher weniger stark als die Hauptpfeiler war, und von welchem Zwischenpfeiler dann in vielen Fällen noch eine Zwischenribbe nach dem Scheitel des Gewölbes hinaufgeführt war, wodurch die beiden Seitenkappen des Gewölbes dann jedesmal noch in zwei getrennte Kappen getheilt würden, wie in nebenstehenden Figuren 215 A B dargestellt ist.

Figur 215.



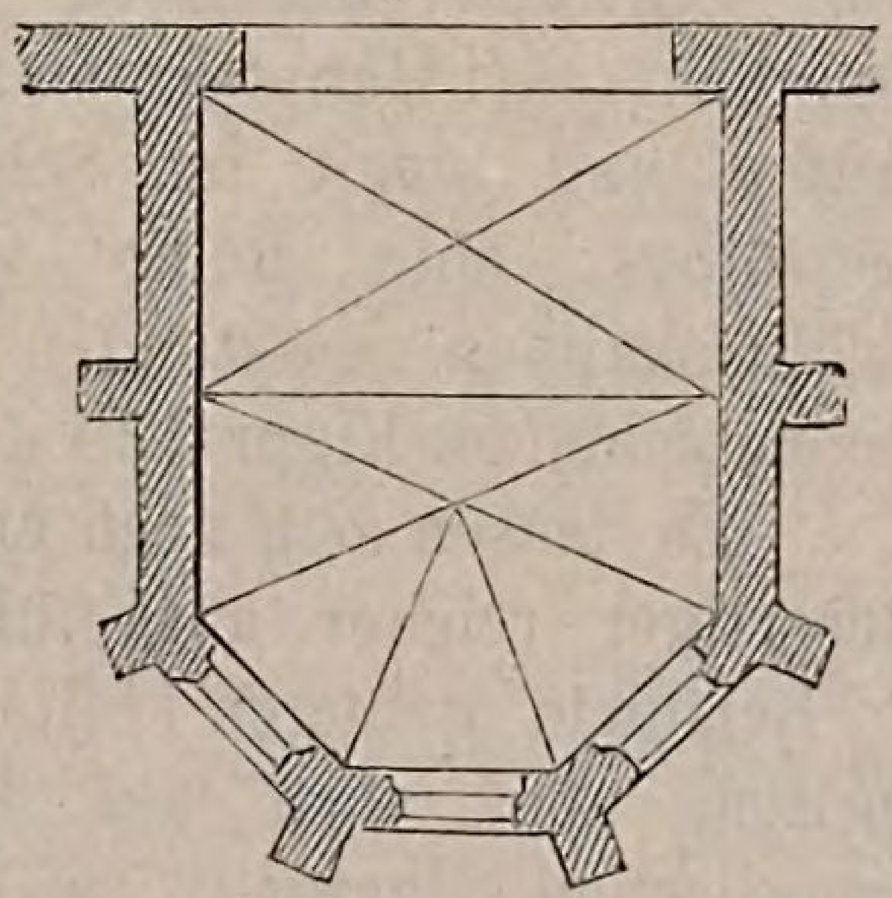
Hat man das Parallelogramm als Grundform der einzelnen Gewölbe gewählt, so ist das Verhältniss der Breite zur Länge doch nie grösser als 2 : 1 angenommen worden. Hätte man dieses Verhältniss vergrössern wollen, so würde dadurch sehr leicht wegen der an Grösse verschieden eingemauerten Kappen ein zu sehr ungleicher Druck im Gewölbe auf die Graten hervorgebracht worden sein und würde dieser ungleiche Druck auch selbst durch Anordnung der Zwischenribben nicht aufgehoben worden sein, welches aber nur zum grossen Nachtheil für das Gewölbe selbst hätte stattfinden können. Dass die Zwischenribben nicht allein den Zweck hatten, den Gewölben als architektonischen Schmuck zu dienen, liegt klar auf der Hand und war es jedenfalls ihr Hauptzweck, weil sie ebenfalls mehr oder weniger Gratbogen sind und als solche betrachtet werden müssen, die Kappen zu theilen und den sonst ausgeübten ungleichen Druck derselben auf die Gratbogen zu verringern oder aufzuheben.

Diese Kreuzkappengewölbe lassen sich auch in regelmässigen Vielecken zur Anwendung bringen und haben sie in dieser Form vielfache Anwendung bei Kirchen als Choranbauten gefunden, wie in nachstehender Figur 216 angedeutet.

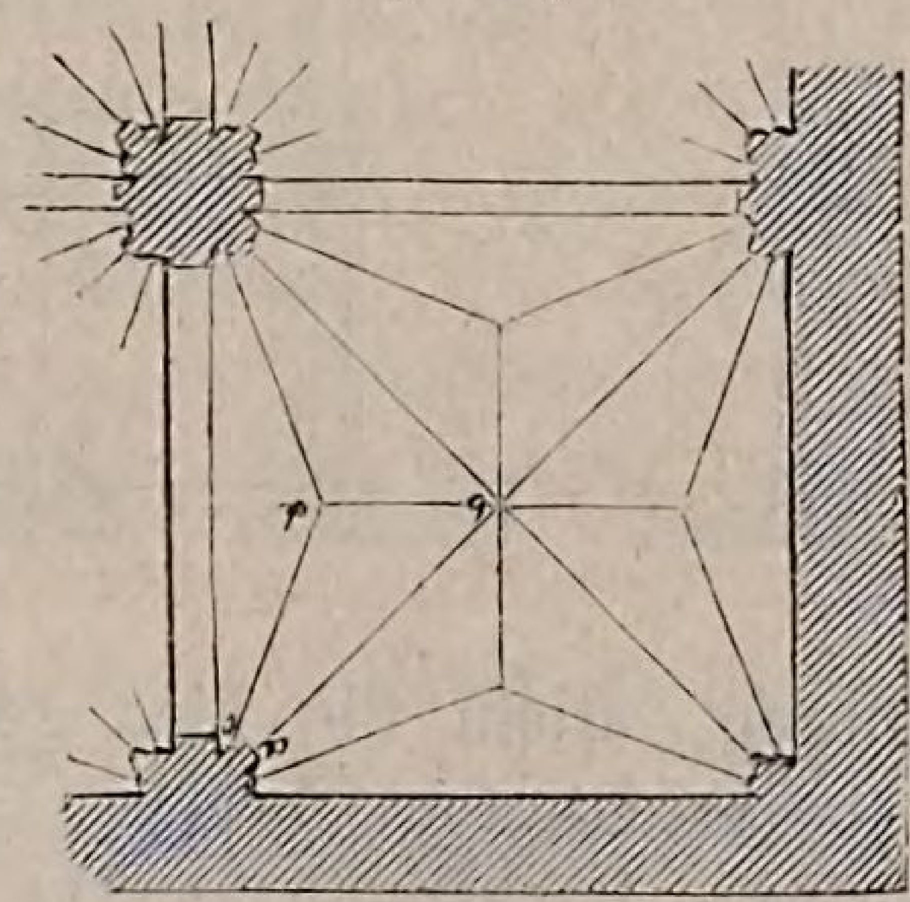
Auch in unregelmässigen Vierecken und Vielecken und selbst einzeln in Dreiecken haben diese Gewölbe Anwendung gefunden, aber in diesen Fällen hat man sie stets nur in kleineren beschränkten Räumen zur Ausführung gebracht.

Aus dem einfachen Spitzbogen-Kreuzkappengewölbe, welches nur mit Diagonalribben oder Hauptgraten versehen war, entstanden reichere Gewölbe, indem man jedes der vier Gewölbekappenfelder durch besondere Zwischenribben

Figur 216.



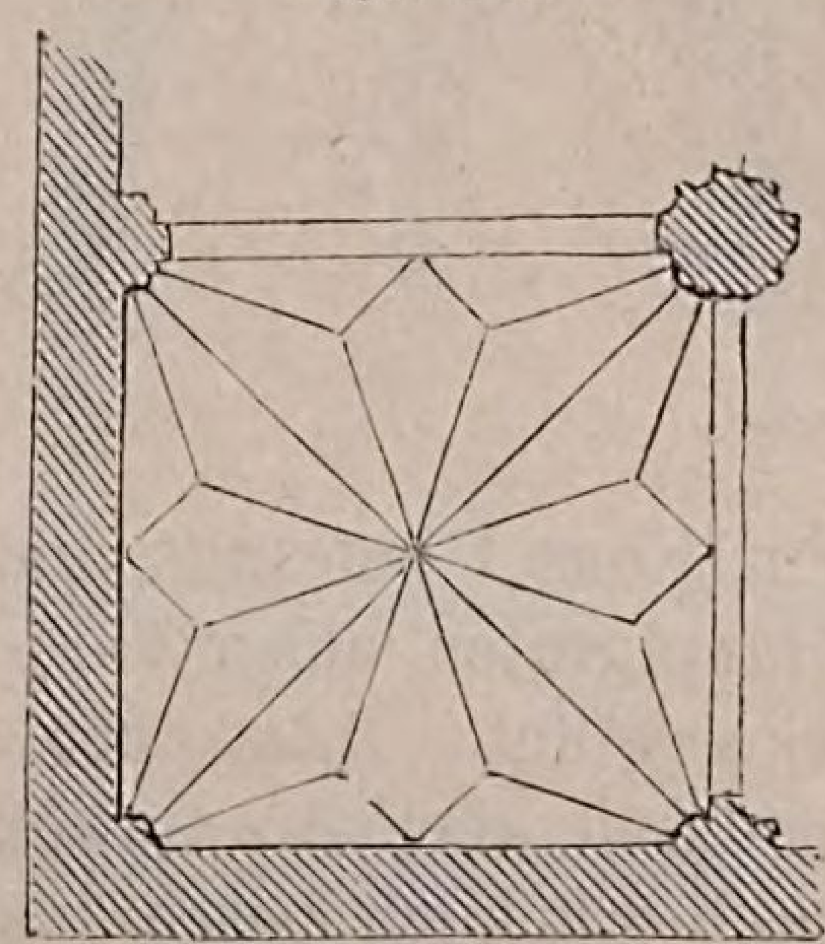
Figur 217.



nochmals wieder in mehrere Felder (Kappen) theilte, bei welchen diese Zwischenribben den einzelnen Kappen als Widerlager dienten. Diese verschiedenen Ribben hatten dann besondere Benennungen.

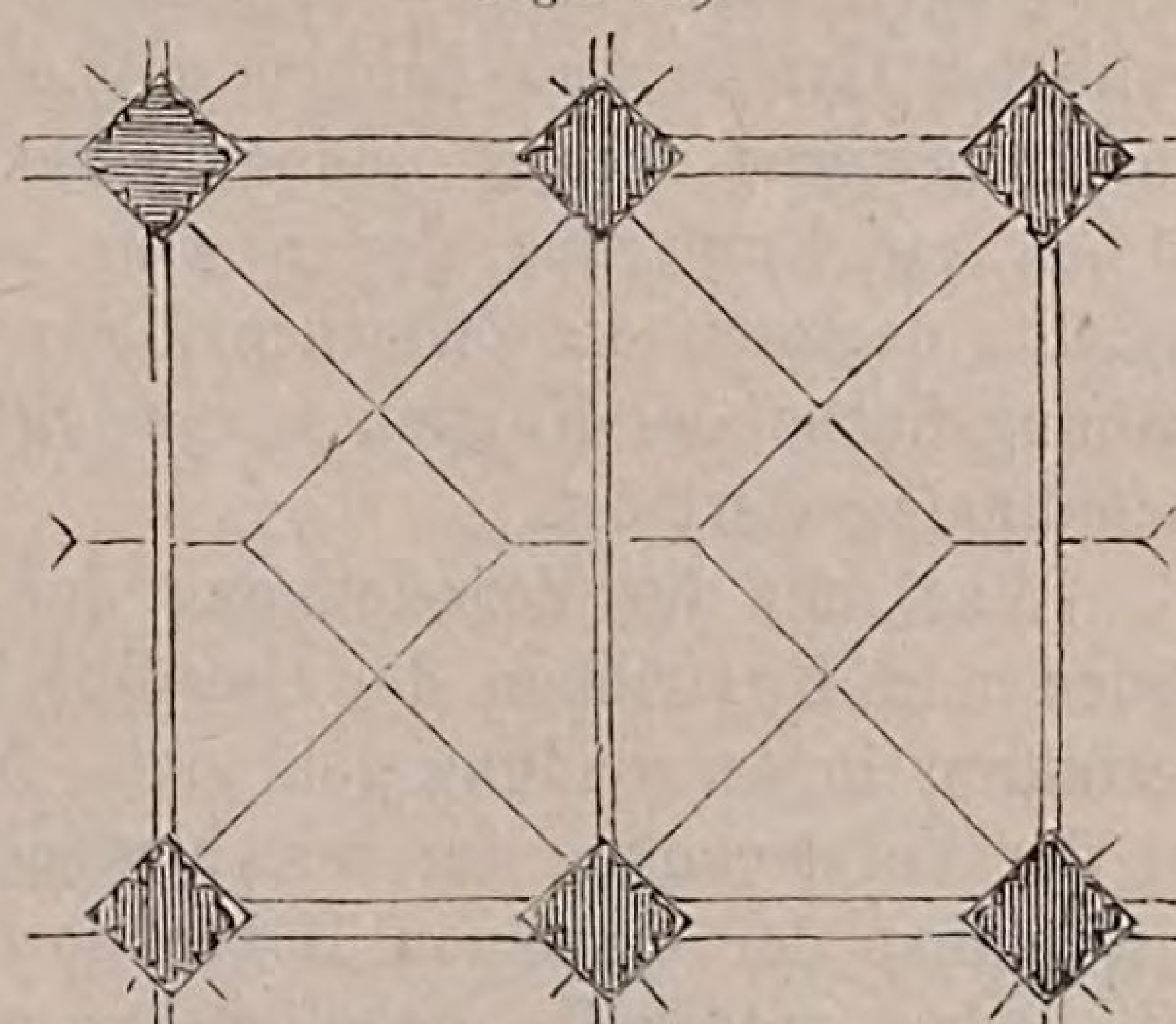
Nach *de l'Orme* wurden die Hauptgraten a b, siehe Figur 217, *croissée d'egives* genannt; die mit c d bezeichneten Ribben wurden *tiercerons* benannt, dagegen die Ribben b d hiessen *liernes*.

Figur 218.



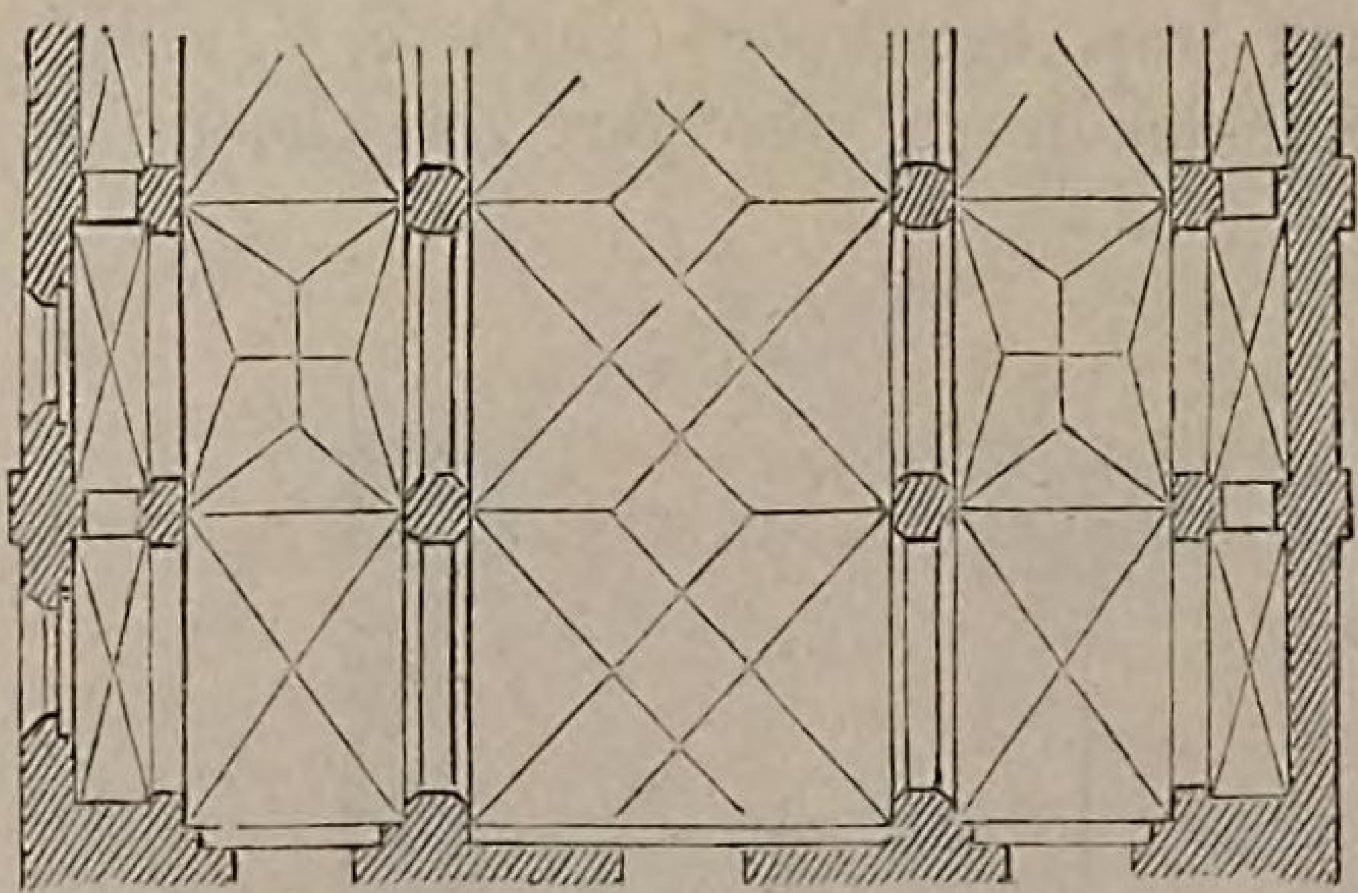
Durch Vermehrung dieser Zwischenribben und in Folge dessen auch der Anzahl der Gewölbekappen wurden die Gewölbeformen stets reicher. Aus dem einfachen Sterngewölbe entstand durch Abänderung der einzelnen Ribben und Vermehrung derselben das reichere Sterngewölbe, siehe nebenstehende Figur 218, indem jede der vier Hauptkappen durch Anordnung der Zwischenrippen (tiercerons und liernes) in fünf Theile abgetheilt wurden und dadurch wieder fünf besondere Kappen entstanden. Bei diesen Gewölben treten die sämmtlichen Ribben aus der Laibung des Gewölbes hervor und sind profilirt.

Figur 219.



Man findet aber auch Gewölbe, bei denen die Diagonal- oder Hauptgraten nicht bis zum Scheitelpunkt des Gewölbes durchgeführt sind und sich hier wie bei anderen Gewölben im Scheitelpunkt schneiden. In nebenstehender Figur 219 durchschneiden sich die von je zwei rechtwinkelig einander gegenüber liegenden Pfeilern ausgehenden Hauptgrate in der Scheitellinie des Gewölbes und stützen sich dieselben in der Scheitellinie gegen kürzere gegen den Stirnbogen gelehnte Ribben (liernes). Der hierdurch in der Mitte jedes Gewölbes im Scheitel entstandene viereckige Raum, welcher die Stelle des Gewölbeschlusses bildete, war durch eine eingemauerte Kappe geschlossen.

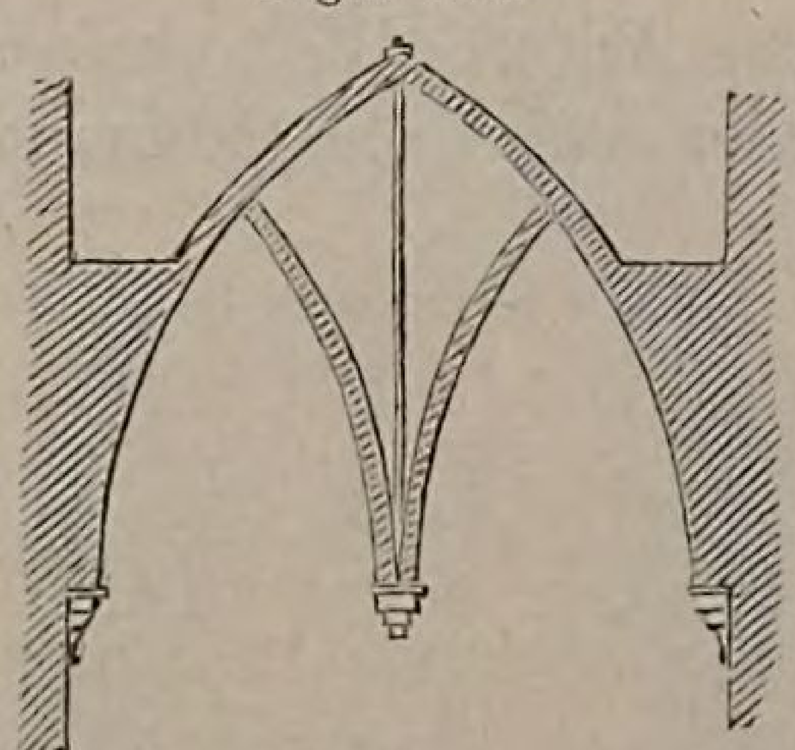
Figur 220.



Ein bedeutend reicheres Gewölbe, bei welchem auch die Stirnbogenribben nicht bis zum Scheitel des Gewölbes ausgeführt sind, sondern die Schenkel derselben mit den Diagonal- oder Hauptgraten zusammen trafen und somit im Scheitel des Gewölbes eine Reihe viereckiger Schlusskappen entstanden, ist in nebenstehender Figur 220 dargestellt.

Es lassen sich noch eine Menge derartiger reicher ausgeführter Gewölbe anführen, allein die hier gegebenen Beispiele genügen vollständig zu dem hier beabsichtigten Zweck. Im Uebrigen aber wird auf das Werk „Mittelalterliche Backsteinbauwerke des preussischen Staates“ von *F. Adler* verwiesen, in welchem sehr viele und interessante hierher gehörige Fälle noch näher angegeben sind.

Figur 221.



Dass in einzelnen Fällen die Anordnungen der der Gewölbe vollständig in Spielerei ausarteten, zeigen die sogenannten hängenden Gewölbe, wie in nebenstehender Figur 221 näher dargestellt ist.

Es wurde hier erst das Kreuzgewölbe in seinen Gurten und Graten mit Ausnahme der Kappen ausgeführt. Im Scheitelpunkt wurde durch den Schlussstein ein starkes Hängeeisen gelegt, welches oberhalb entweder fest verschraubt oder mittelst einer durchgesteckten starken eisernen Splinte befestigt wurde. Am unteren Ende dieses Hängeeisens wurde ein Konsol befestigt und von diesem aus wurden wieder Gratbogen nach den Hauptgraten ausgeführt und dazwischen dann die Kappen in gewöhnlicher Art eingewölbt. Dass aber diese Anordnung nicht nur eine Spielerei war, sondern dadurch auch die Gewölbelast unnötig vergrössert und der innere Gewölberaum noch erheblich beschränkter wurde, ist leicht aus der Zeichnung zu entnehmen und bedarf wol keiner weiteren Erklärung.

Wegen der sehr bedeutenden Kosten, welche durch die Anordnung profilirter Graten und Ribben entstehen würden, weil dieselben jedesmal besonders geformt werden müssen, hat man in neuerer Zeit bei derartigen Gewölben zur Ersparung der Kosten nur die Hauptgrate aus Formsteinen hergestellt, dagegen die Zwischenribben durch aufgetragenen Putz auf die innere Laibungsfläche der Kappen hergestellt, welche Anordnung aber eben nicht sehr nachahmungswert ist.

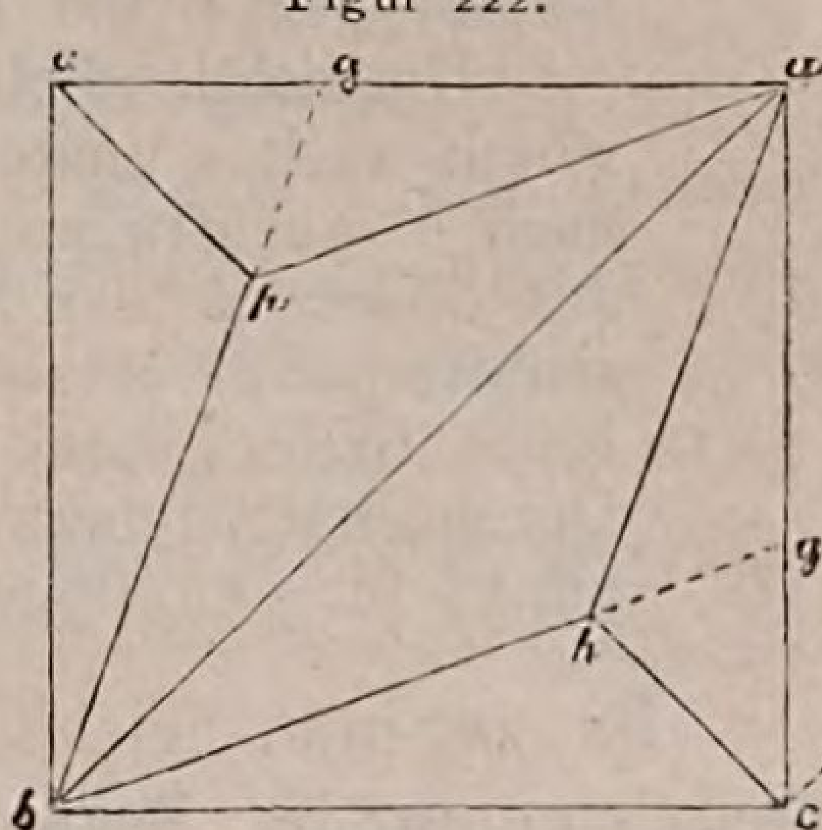
Was nun die Verzeichnung der verschiedenen Gratbogen, der Zwischenribben und Firstribben der Gewölbe betrifft, so hat man dazu sehr verschiedene Verfahren in Anwendung gebracht. Man hat, je nach der besonderen Ansicht, bei der Verzeichnung der verschiedenen Bogen eines Gewölbes den jedesmaligen Mittelpunkt der einzelnen Bogen sowol in der Kämpferebene, als auch oberhalb oder unterhalb derselben angenommen. Man findet aber auch Fälle, dass sämmtliche Graten und Ribben eines Gewölbes mit einem und demselben Krümmungshalbmesser, aber dann aus in verschiedenen Ebenen liegenden Mittelpunkten verzeichnet worden sind. Hierbei kam es aber nicht selten vor,

dass, wenn die Grundform eines Gewölbes ein Parallelogramm und die eine Seite bedeutend kürzer als die andere war, der Wand- oder Stirnbogen über der kleineren Seite gestetzt wurde, das heisst, dass die Bogenschenkel dieses Bogens bis zu einer gewissen Höhe über die Kämpferlinie lothrecht aufgeführt wurden und dann erst in die Krümmung des Bogens übergingen. Diese Fälle findet man in älteren Kirchen und Gebäuden mehrfach angewendet und um dann dieses dem Auge weniger auffällig zu machen, krümmte man die lothrechte Linie des Bogenschenkels schwach nach Innen. Man findet auch einzelne Fälle, wo die einzelnen Bogen aus zwei aus verschiedenen Mittelpunkten gezogenen Kreisbogen, die in ihrem Vereinigungspunkte einerlei Tangente hatten, verzeichnet waren.

Hierzu bemerkt aber *Rondelet* in seiner „Kunst zu bauen", Band II, Kap. 5, dass behufs der Regelmässigkeit dieser Art von Gewölben es jedenfalls vorzuziehen ist, wenn die Mittelpunkte aller Bogen oder Theile von Bogen, welche sich in einem Zentralschlussstein und in mehreren anderen Schlusssteinen vereinigen und woraus das Gewölbe zusammengesetzt ist, in einer Horizontalebene, die durch die Höhe der Anfänger der Hauptbogen geht, also in der Kämpferebene des Gewölbes liegen.

Die Art der Verzeichnung der verschiedenen Bogen, wie sie *Rondelet* vorschreibt, ist folgende:

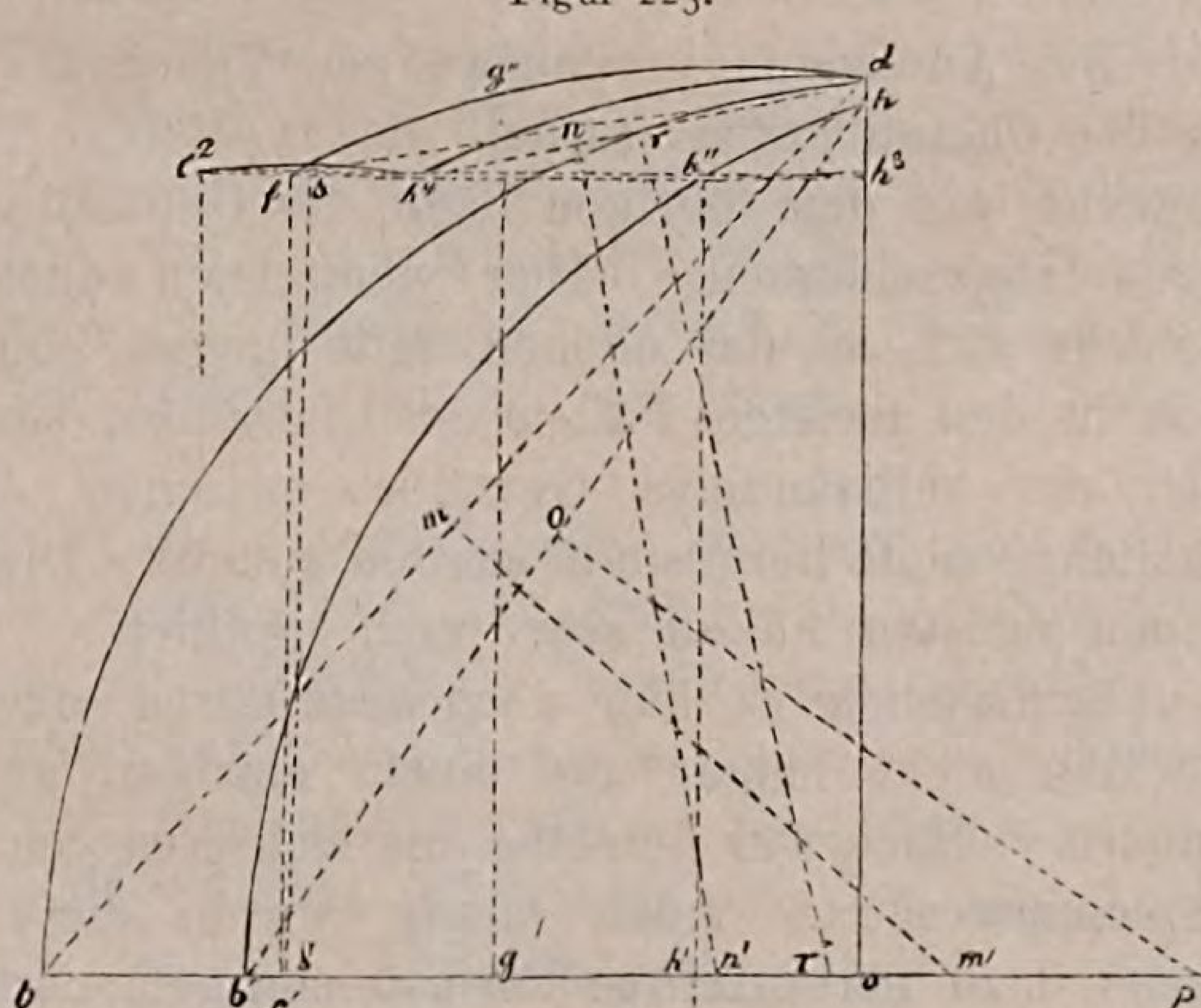
Figur 222.



In der nebenstehenden Figur 222, welche den vierten Theil eines Sterngewölbes mit den Horizontalen Projektionen der verschiedenen Grate und Ribben darstellt, ist a b die Diagonalribbe oder der Hauptgrat mit dem Scheitelpunkt a; b h sind die Zwischenribben (tiercerons); e h und h a sind ebenfalls Zwischenribben (liernes), welche in h mit den ersteren zusammenstossen und demnach in h wieder einen besonderen Schlussstein erforderlich machen; b c sind transverse Ribben oder Gurtbogen.

Die Höhe des Gratbogens b a, sowie auch die Höhe des Gurtbogens sind festgesetzt und demnach als bekannte Grösse anzunehmen.

Figur 223.



Um die verschiedenen Linien zu verzeichnen, mache man, wie in nebenstehender Figur 223 angegeben ist, b a gleich der gegebenen Projektion der Diagonalribbe der vorhergehenden Figur 222, errichte in a eine Normale und mache auf dieser a d gleich der bestimmten Höhe des Gratbogens, so dass d der Scheitelpunkt dieses Bogens ist; nunmehr verbinde man d und b durch die gerade Linie db, halbire dieselbe in m und ziehe auf d b in m eine Normale bis zum Durchschnittspunkt m' mit der Kämpferlinie b a, so ist m' der gesuchte Mittelpunkt des Bogens b d.

Nunmehr trage man aus der vorhergehenden Figur 222 die Projektion a c von a nach c' auf der Kämpferlinie ab, errichte in c' die Normale c' f und bestimme auf dieser die festgesetzte Höhe des Gurtbogens b c. Verbindet man dann die Punkte d und f durch eine gerade Linie d f, halbirt dieselbe in n

und errichtet auf d f in n eine Normale bis zum Durchschnittspunkt n' mit der Kämpferlinie, so ist n' der Mittelpunkt des Bogens der Kappe a c.

Um nun den Bogen über der horizontalen Projektion b h zu finden, verlängere man b h bis g und trage die Entfernung a g in der vorhergehenden Figur auf der Kämpferlinie von a nach g' ab, errichte dann in g' auf a g' eine Normale bis zum Durchnittspunkt g'' mit dem Bogen d f, so ist g' g'' die Höhe des ganzen zu der Projektion b g gehörigen Bogens; trägt man nun die Höhe g' g'' von a nach h, macht auf der Kämpferlinie a b' gleich der Projektion b g und verbindet dann h mit b' durch eine gerade Linie, so ist diese Linie h b' die Sehne des zu suchenden Bogens. Diese Sehne h b' wird in o halbirt und errichtet man nunmehr in o auf h b' eine Normale bis zum Durchschnittspunkt p mit der Kämpferlinie, so ist p der Mittelpunkt des gesuchten Bogens h b'.

Um ferner die Höhe des in der Projektion angegebenen Punktes h im Profil zu bestimmen, trägt man die Länge g h auf der Kämpferlinie von a nach h' ab, errichtet in h' eine Normale bis zum Durchschnittspunkt h'' mit dem Bogen b' h, so ist dieser der verlangte Punkt und b' h'' ist die gesuchte Bogenlinie. Durch diesen Punkt h'' lege man nun eine Linie parallel mit der Kämpferlinie b a, trage auf dieser von der Linie a d ab, die Projektion a h, so dass also $h^3 h^4$ gleich a h wird, so ist h^4 dem in der Projektion mit h bezeichneten Punkt entsprechend. Verbindet man dann den Punkt h^4 mit dem Scheitelpunkt d durch die gerade Linie h^4 d, halbirt dieselbe in r, errichtet darauf in r die Normale r r' bis zum Durchschnittspunkt r' mit der Kämpferlinie, so ist r' der Mittelpunkt für den Bogen h^4 d.

Um schliesslich den Bogen über der Projektion h c zu bestimmen, welcher von h nach c ansteigend wird, hat man die Länge der Projektion h c von h^4 nach c^2 abzutragen, alsdann durch f eine Linie parallel mit a b zu ziehen und auf dieser in der Entfernung h c von h^4 aus eine Normale bis zum Durchschnittspunkt c^2 zu ziehen; verbindet man dann c^2 und h^4 durch eine gerade Linie, halbirt diese in s und errichtet auf derselben in s eine Normale bis zum Durchschnittspunkt s' mit der Kämpferlinie, so ist dieser Punkt s' der Mittelpunkt für den Bogen h^4 c^2.

Es ist nun leicht einzusehen, dass die hier angegebene Methode der Verzeichnung der Bogen auch bei allen übrigen Gewölben in Anwendung zu bringen ist, indem die Höhe des Scheitels des Gewölbes sowie auch die Höhe der transversen Ribben stets als gegeben anzunehmen, und demgemäss dann bei Bestimmung der übrigen Bogen ebenfalls maassgebend sind.

Bei Anwendung regelmässiger Vielecke zu Grundformen dieser Gewölbe, als bei Choranbauten wurden die in diesem Theil des Gebäudes aufgeführten Gewölbe von dem übrigen Theil des Gebäudes stets durch einen starken Gurtbogen abgeschlossen. Aber wenngleich auch das Gewölbe in dem halben Vielecke sich an der offenen Seite gegen einen Gurtbogen lehnte, so wurde doch in den meisten Fällen der Choranbau soweit verlängert, dass wenigstens noch ein vollständiges Gewölbe zwischen diesem Theil und dem übrigen Kirchengebäude hergestellt werden konnte. Diese trennenden Gurtbogen wurden in den meisten Fällen sehr reich profilirt.

Schliesslich ist hier noch anzuführen, dass die Hauptschlusssteine solcher Gewölbe nicht immer aus einem einzigen geformten Stein bestanden haben, sondern vielfach war derselbe aus mehreren genau aneinander passenden Stücken zusammengesetzt. Auch häufig wurde dieser Schlussstein durch einen aus eigens dazu hergestellten Formsteinen gemauerten Kranz ersetzt, gegen welchen sich dann die verschiedenen Grate des Gewölbes stützten. Diese Kranzöffnungen im Scheitel der Gewölbe bildeten dann entweder Schall- oder Luftlöcher; oder man findet sie auch mit leichterem Material zugedeckt, oder endlich, man setzte in diese Oeffnungen besonders dazu geformte herunter hängende Schlusssteine ein, die aber dann weiter keinen Zweck hatten, als nur um als

Zierrath zu dienen. Diese wurden daher auch gewöhnlich nach vollständiger Herstellung des Gewölbes eingehängt.

§ 60. Das normännische Gewölbe oder das sogenannte Fächergewölbe.

Das normännische Gewölbe oder Fächergewölbe unterscheidet sich von den im vorigen Paragraphen beschriebenen Gewölben sehr wesentlich und zwar schon hauptsächlich dadurch, dass hier von den Pfeilern aus keine besonderen Grate nach dem Mittelpunkt (Scheitel) des Gewölbes hin zusammenlaufen und an dieser Stelle sich gegen einen gemeinschaftlichen Schlussstein stützen und welche Grate dann, wie oben beschrieben, den eingemauerten ansteigenden Zwischenkappen als Widerlager dienen, sondern die Fächergewölbe, welche von den einzelnen Pfeilern ausgehen, sind trichterförmig und in den Horizontalebenen kreisförmig und werden durch konzentrische der Wölblinie angepasste Wölbschichten, welche jedesmal in einer Horizontalebene als Kreisfläche abschliessen, gebildet. Der Schluss eines solchen Gewölbes wird dadurch gebildet, dass je vier Gewölbe im Scheitel sich tangentiren und somit dieselben hier einen offenen Raum bilden, welcher wieder durch ein besonderes flaches Gewölbe geschlossen wird. Der Schluss des Gewölbes wird gewöhnlich durch einen gemauerten Kranz gebildet und werden dann die durch die äussere Peripherie dieses Kranzes und je zwei der Gewölbekreise sich bildenden vier kleinen Dreiecksflächen nach der Wölblinie des übrigen Gewölbes zugemauert, wodurch dann von dem Tangentirungspunkt zweier Gewölbe ab nach dem Scheitel des Gewölbes hin bis zu dem Schlusskranz eine geringe Steigung entsteht; oder es werden diese kleinen Oeffnungen durch besondere Kappenausmauerungen geschlossen.

Man hat auch statt dieser hier erwähnten besonderen flachen Schlussgewölbe die Hauptgewölbe nach der festgesetzten Wölblinie nach aufwärts so weit fortgesetzt, bis dieselben sich gegenseitig durchschnitten, so dass man hier Firstlinien erhielt, die in der Mittellinie der Gewölbpfeiler, wo die Wölbschichten sich tangentiren, am tiefsten, von hieraus aber gegen die Mitte des Gewölbes ansteigend waren und eine schwachgekrümmte wellenförmige Linie bildeten. Im obersten Scheitel wurde dann das Gewölbe durch einen runden Schlussstein oder durch einen gemauerten Kranz geschlossen, in welchen ein reich verzierter aus der inneren Gewölbefläche vortretender Schlussstein eingehängt wurde. In dieser Weise findet man auch die meisten der älteren Gewölbe ausgeführt.

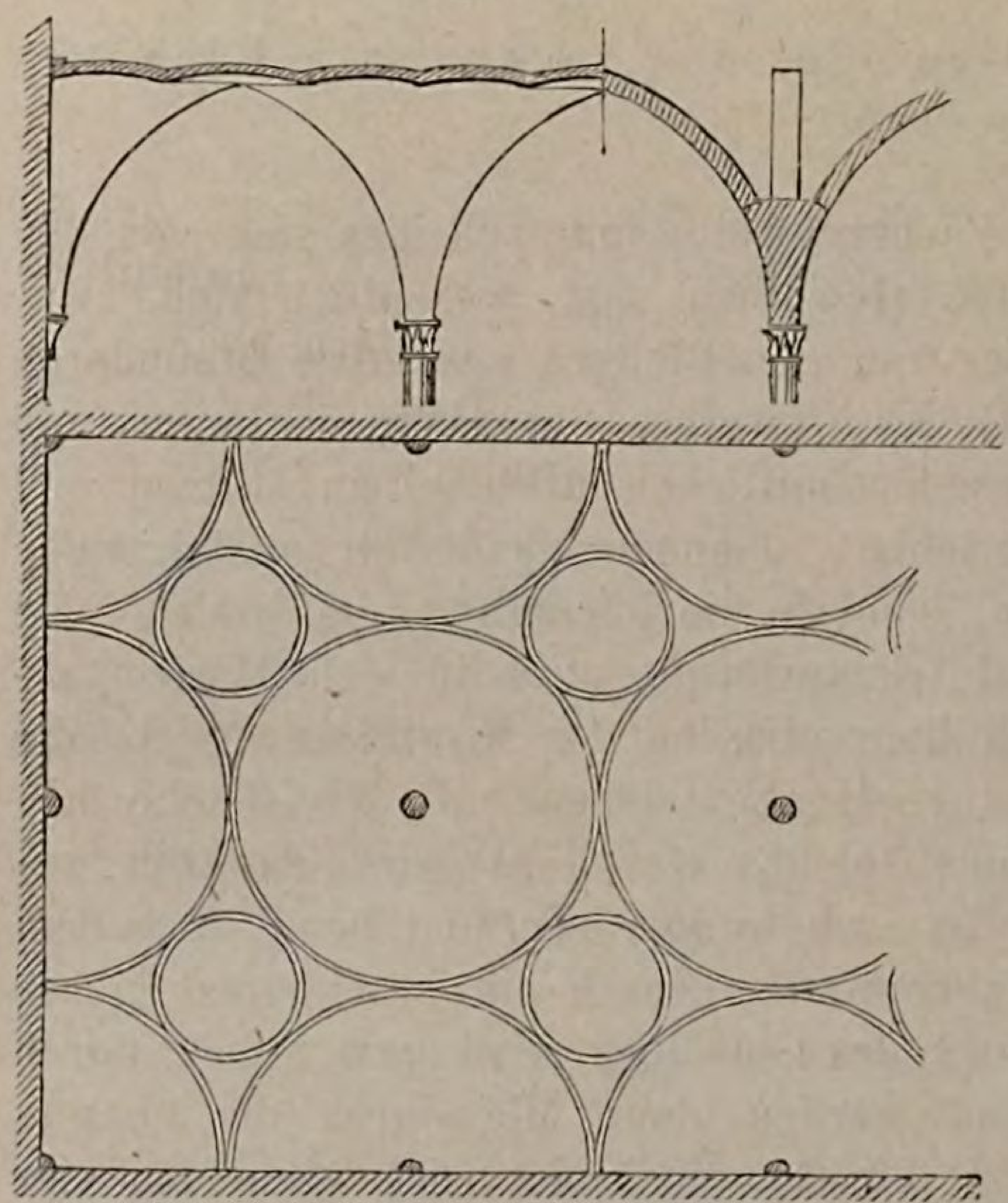
Als Wölblinie hat man gewöhnlich den Spitzbogen angewendet und in den meisten Fällen den überhöhten Spitzbogen; doch findet man in einzelnen Fällen auch den gedrückten Spitzbogen als Wölblinie angewendet. Der Halbkreis ist als Wölblinie sehr selten zur Anwendung gekommen und bei grösseren Breiten wäre diese Wölblinie auch unzweckmässig gewesen und hätte die Anwendung derselben dann auch jedenfalls mehr Schwierigkeiten bei der Ausführung des Gewölbes wegen der flacheren Schlusskappen geboten, welche letztere stets mit grosser Vorsicht hergestellt werden müssen.

In umstehender Figur 224 ist ein solches Fächergewölbe näher dargestellt.

Diese trichterförmig gebildeten Gewölbe werden ebenfalls in einzelnen Ribben mit dazwischen gelegten Mauerwerk und in vollem Mauerverbande auf-

geführt. Es haben aber die sämmtlichen radienförmigen Ribben, sowie auch die Zwischenmauerung einerlei Wölblinie und dienen diese Ribben hier nicht weiter zur Verstärkung der Gewölbe, sondern wesentlich nur als architektonischer Schmuck.

Figur 224.



Die Anfänger der Gewölbe über jedem Pfeiler, sowie auch diejenigen der an eine Seitenmauer sich anschliessenden auf Tragsteinen (Konsolen) ruhenden Gewölbe wurden stets durch horizontal liegendes Mauerwerk nach der festgesetzten Wölblinie überkragend gebildet und erst in einer gewissen Höhe über den Pfeilerkopf oder Tragstein wurden die Ribben, sowie das Zwischenmauerwerk des Gewölbes mit Radialfugen gemauert.

Die Ribben wurden, wenn sie sonst nicht besondere aus der inneren Gewölbefläche vortretende Verzierungen erhielten, wie auch schon erwähnt, mit dem übrigen Zwischenmauerwerk nach einerlei Wölblinie aufgeführt. Beide Theile erhielten dann aber auch gleiche Stärke insofern, dass die Ribben nur aus der Gewölbemauerung vortraten und ein Mauerwerk bildeten, weil hier eine grössere Stärke der Ribben ganz überflüssig war, indem dieselben im Scheitel des Gewölbes sich doch nur gegen Zwischenmauerwerk stützten. Zur grösseren Festigkeit dieser Gewölbe wurden übrigens gleichzeitig mit der übrigen Gewölbemauerung und damit in richtigem Verbande, von Pfeiler zu Pfeiler Gurtbogen ausgeführt, die nur an der äusseren Gewölbefläche vortraten, an der inneren Laibung aber durchaus nicht sichtbar waren. Diese Gewölbe können selbstverständlich nicht auf dichten Lehrgerüsten aufgeführt werden, sondern es werden einzelne Lehrbogen nach der Richtung des Pfeilers aufgestellt, über welchen die Gewölbe gemauert werden und welche demnach hauptsächlich dazu dienen, die Richtung der Wölblinie anzugeben. Diese Lehrbogen müssen jedenfalls sehr fest unterstützt werden, weil sie gleichzeitig auch dazu dienen, die Gewölbe, welche hier nur aus freier Hand gemauert werden können, bis zum Schluss derselben in ihrer schwebenden Lage zu erhalten.

Diese Fächergewölbe wurden an ihren inneren Flächen meistens sehr reich verziert und zwar nicht durch aufgetragenen Kalk- oder Gypsputz, sondern durch reich ausgearbeitete aus der Gewölbefläche vortretende Bildhauerarbeiten, und findet man daher diese Gewölbe auch meistens aus Sandstein ausgeführt. Man findet diese Fächergewölbe namentlich in England mehrfach ausgeführt und einzelne in der bedeutenden Spannweite, sogar bis zu 40 Fuss. Eines der interessantesten und reichsten Gewölbe dieser Art ist das Gewölbe der Kapelle Heinrich VII. in Westminster; dasselbe hat eine Spannweite von 26 Fuss.

In neuerer Zeit ist ein solches Fächergewölbe in dem Börsengebäude zu

Frankfurt am Main zur Ausführung gekommen und findet man eine nähere Darstellung desselben im architektonischen Album, Heft 10. Diese letzteren Gewölbe wurden mit Ziegelsteinen aufgeführt.

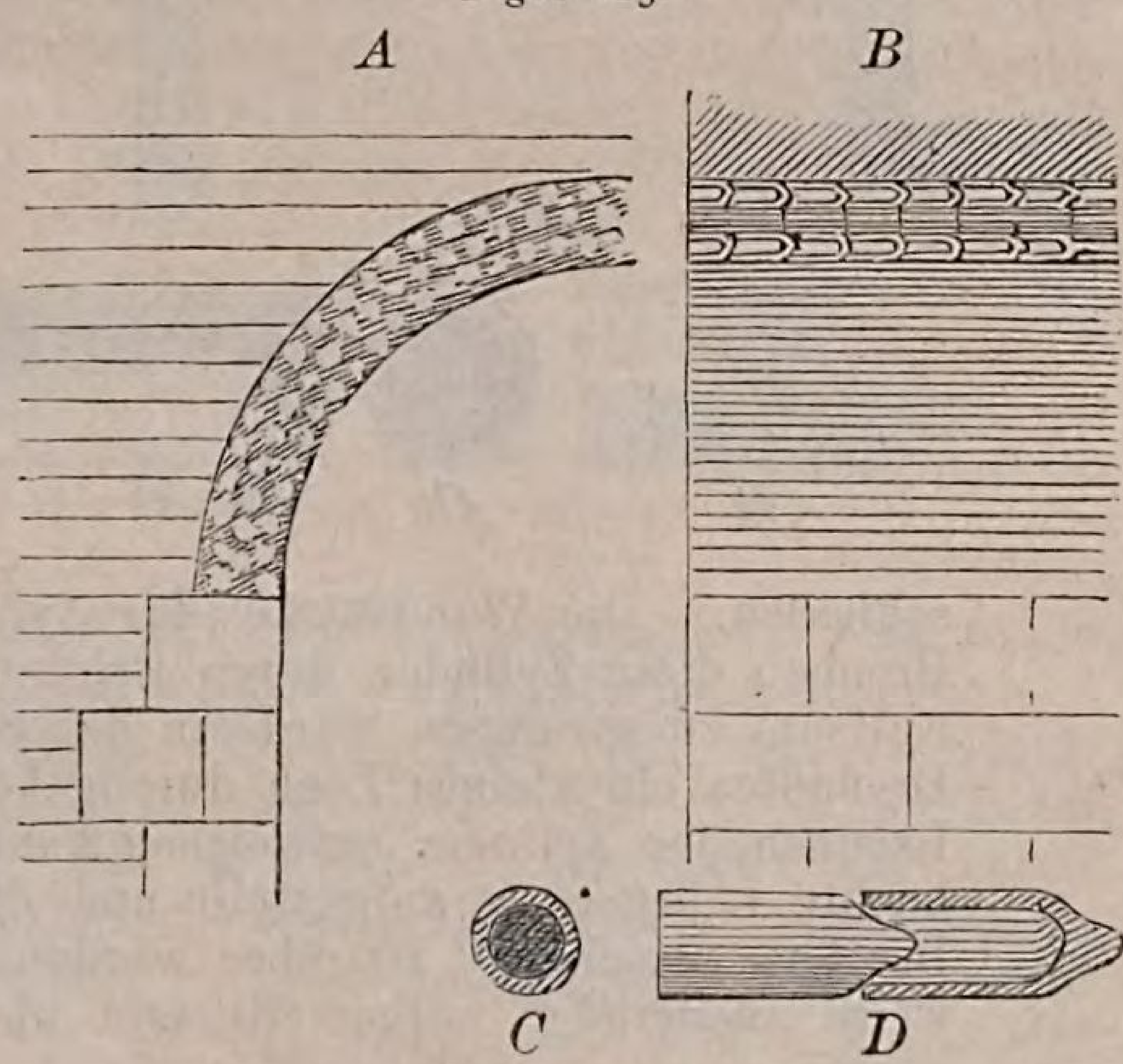
In einigen Lehrbüchern findet man die Angabe, dass diese Gewölbe nur bei kleineren Abmessungen in Ziegeln aufgeführt werden, bei grösseren Abmessungen dagegen in Holz. Diese Angabe ist aber keineswegs richtig; wegen der schwierigeren Ausführung finden diese Fächergewölbe im Allgemeinen sehr seltene Anwendung. Die Ausführung solcher Gewölbe in Holz würde aber nicht minder Schwierigkeiten verursachen, abgesehen davon, dass dieses Material bis jetzt keine weitere Anwendung dazu gefunden hat.

§ 61. Die Topfgewölbe.

Die Topfgewölbe sind solche Gewölbe, welche aus hohlen topfähnlichen thönernen Gefässen hergestellt wurden, die über einem festen Gerüste in ihre gehörige Lage gebracht oder eigentlich „verpackt" und hierauf deren Zwischenräume mit einem festbindenden Mörtel ausgegossen wurden. Nachdem dann der Mörtel genügend ausgetrocknet war, wurde das Gerüst beseitigt und man erhielt alsdann ein Gewölbe, welches nicht allein sehr fest war, sondern wegen seiner grösseren Leichtigkeit auch auf die Seitenmauern nur einen sehr geringen Druck ausübte.

Die Konstruktion dieser Gewölbe stammt schon aus der Zeit der Römer; sie wurde aber darauf während mehrerer Jahrhunderte nicht wieder zur Anwendung gebracht und schien fast ganz wieder in Vergessenheit gekommen zu sein. Erst in späterer Zeit wurden diese Gewölbekonstruktionen wieder zur Anwendung gebracht und fand dieses wol zuerst wieder in Paris statt. Es hatten aber die hier verwendeten Gefässe eine von denjenigen Gefässen der alten Römer ganz verschiedene Form, und zwar waren die Formen der zu älteren Gewölben verwendeten Töpfe viel mehr gekünstelt als diejenigen der neueren Zeit, wie dieses aus den folgenden Beispielen zur Genüge hervorgeht.

Figur 225.



In nebenstehenden Figuren 225 A B C D ist ein Theil eines antiken Thors in Gestalt eines Topfgewölbes näher dargestellt.

Das Gewölbe war hier durch drei Reihenlagen von Töpfen gebildet. Die Töpfe hatten, wie aus der Figur D ersichtlich ist, die Form eines hohlen Zylinders, der an dem einem Ende ganz offen und am anderen Ende mit einem dünnen Hals versehen war, um die Töpfe ineinander schieben zu können. Ihr äusserer Durchmesser betrug 78 Millimeter und ihre Länge mit Einschluss des Halses 15 bis 18 Zentimeter. Später wendete man Töpfe von gleicher Form an, nur mit dem Unterschiede, dass sie äusserlich spiralförmig gefurcht waren, welches letztere aber jedenfalls nur den Grund hatte, damit der Mörtel besser daran haften könnte.

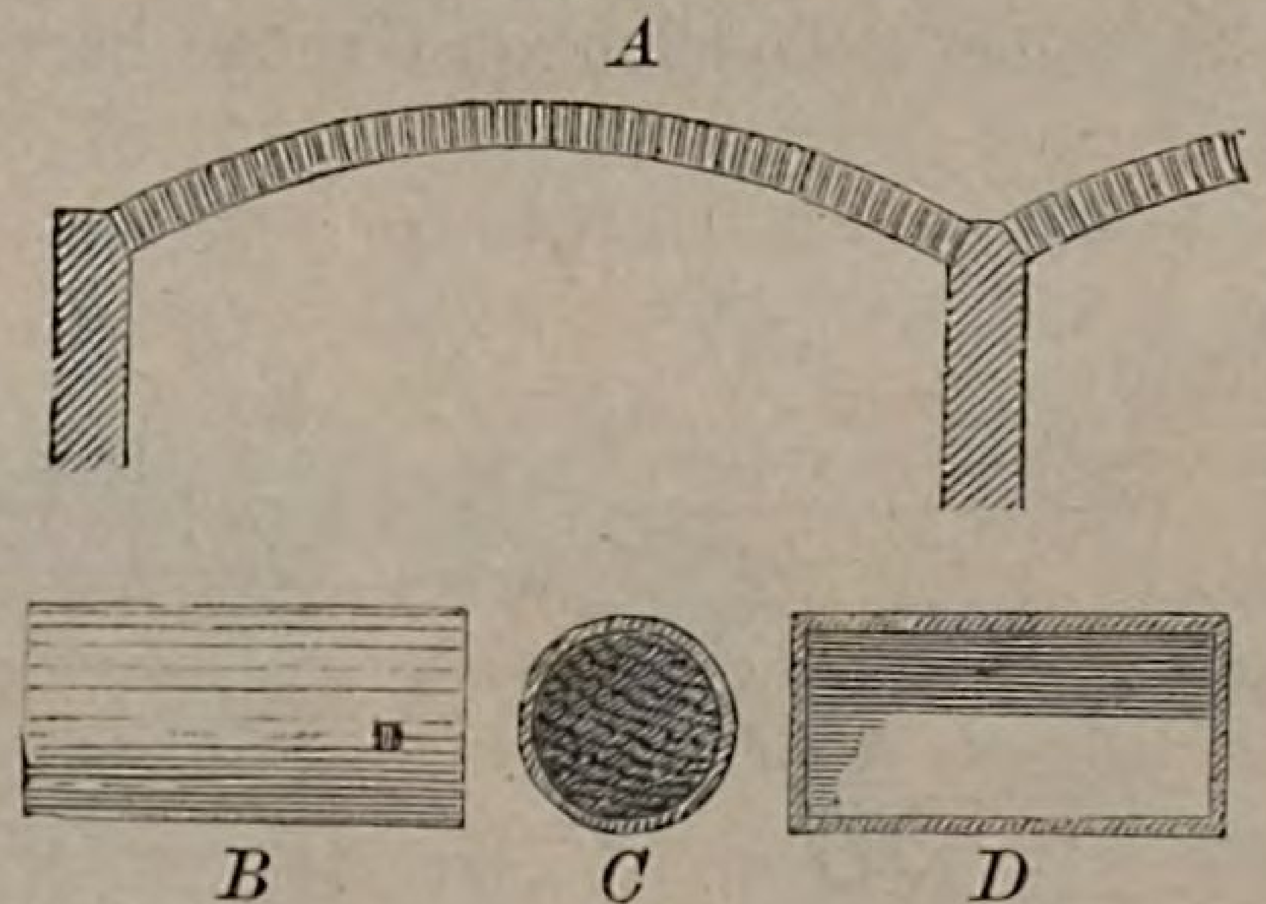
Zu der Hintermauerung solcher Gewölbe wurden ebenfalls Töpfe verwendet; dieselben hatten aber nicht nur eine ganz andere Form, sondern sie waren auch bedeutend grösser. Ihr Durchmesser betrug etwa 20 Zentimeter und ihre Länge etwa 57 Zentimeter. Diese Töpfe waren ebenfalls an einem Ende mit einem dünneren Hals versehen, um die Töpfe ineinander schieben zu können. Bei ihrer Anwendung zur Hintermauerung wurden dieselben aufrecht neben- und aufeinander gestellt. Sowol in dem Gewölbe als auch in der Hintermauerung waren die Zwischenräume der Töpfe vollständig mit Puzzolanmörtel ausgefüllt.

Bei einer Kuppel der Kirche St. Vital zu Ravenna bestand das Gewölbe im oberen Theil aus zwei Lagen und unten nach den Widerlagern zu aus drei Lagen von Töpfen, die spiralförmig ineinander gefugt waren. Die hierzu verwendeten Töpfe waren ähnlich, wie die oben dargestellten, nur dass sie auf ihrer äusseren Fläche spiralförmig gefurcht waren. Auch diese Kuppel war mit senkrecht stehenden grösseren Töpfen hintermauert. Diese letzteren Töpfe hatten, wie die oben erwähnten, eine Länge von etwa 57 Zentimeter und einen Durchmesser von etwa 20 Zentimeter. Die Zwischenräume der Töpfe, sowol in der Kuppel als auch in der Hintermauerung waren mit Puzzolanmörtel ausgefüllt.

Wie schon angeführt ist, wurden die Topfgewölbe, nachdem sie in sehr langer Zeit keine Anwendung mehr gefunden hatten, zuerst wieder in Paris angewendet, jedoch in erheblich einfacherer Form.

Einer der ersten Versuche dieser Art mit hohlen Gefässen Gewölbe herzustellen, wurde in der Halle à l'eau de vie gemacht, wodurch man über den zur Aufbewahrung des Branntweins bestimmten Kellerräumen möglichst leichte Decken, die aber gleichzeitig auch feuerfest sein sollten, erreichen wollte, ohne den Widerlagern eine bedeutend grössere Stärke geben zu müssen.

Figur 226.



In nebenstehenden Figuren 226 A B C D ist die hier ausgeführte Topfwölbung im Durchschnitt näher dargestellt.

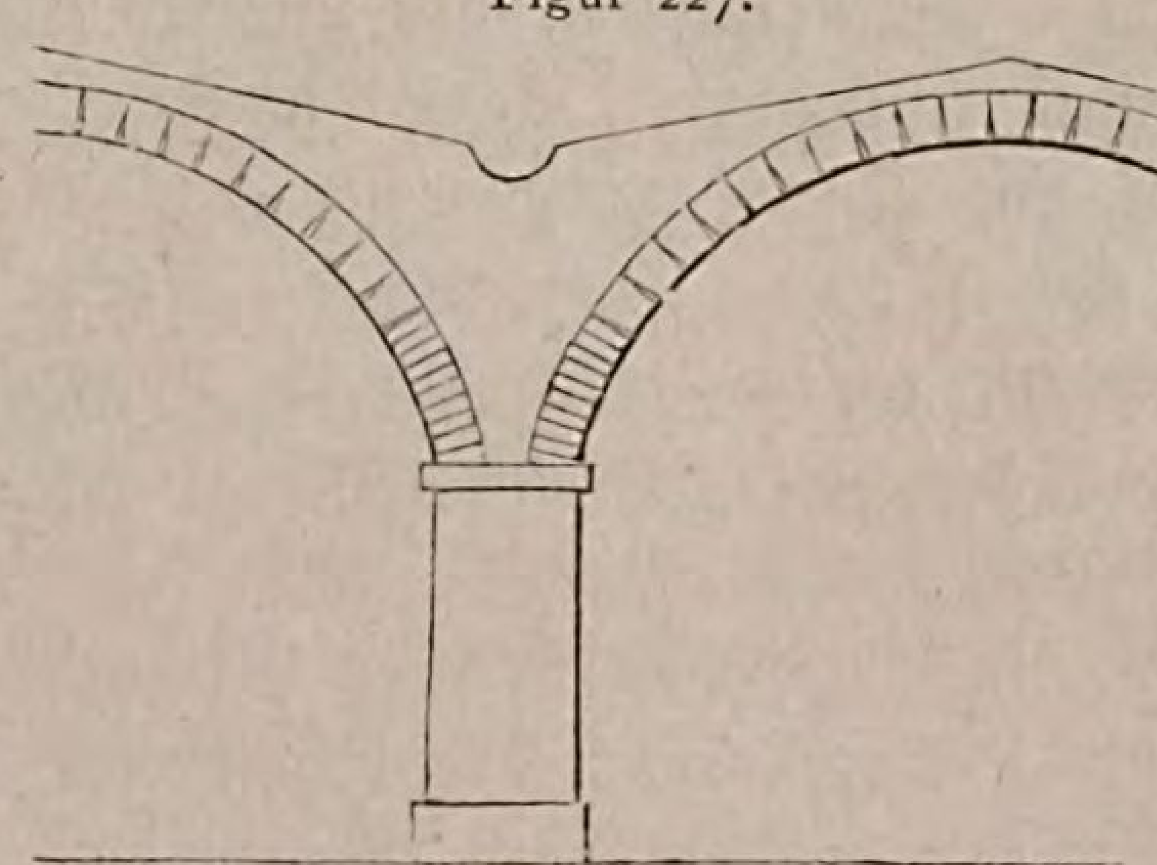
Das Gewölbe, welches eine Spannweite von 5,62 Meter hat, ist nach einem flachen Kreisbogenstück von etwa 60 Grad Mittelpunktswinkel konstruirt. Die Stärke der Widerlager beträgt 47 Zentimeter, die Stärke des Gewölbes 20 Zentimeter. Die hier verwendeten Töpfe haben die Form eines hohlen Zylinders von 20 Zentimeter Höhe und 10 Zentimeter Durchmesser. Der Zylinder ist an beiden Enden geschlossen. Die Wandstärke des Zylinders beträgt 6 Millimeter. Um beim Brennen diese Zylinder durch Erhitzung der eingeschlossenen Luft nicht gewaltsam zu sprengen, wurde in der Seitenwandung vor dem Einsetzen in den Brennofen ein kleines Loch durchgebohrt, durch welches dann die Luft beim Brennen der Zylinder entweichen konnte. Zur Ausführung der Gewölbe wurden leichte Lehrgerüste aufgestellt und diese genau der Wölblinie anpassend mit Brettern verschalt. Hierüber wurden die Zylinder so dicht wie möglich gurtweise aneinander aufgestellt und hierauf die Zwischenräume mit Gyps vergossen.

Beim inneren Ausbau der neuen Börsenhalle in Paris wurden zur Herstellung leichter aber feuerfester Decken ebenfalls Topfgewölbe angewendet. Da hier die Decken aber nicht bogenförmig gewölbt, sondern gerade Flächen bilden sollten, so wurden hier zur Unterstützung der flachen Gewölbe Träger

von Stabeisen angebracht. Diese Träger, welche Räume von 4,08 bis 4,39 Meter Weite überspannen, bestehen aus einem geraden Balken mit einem darüber verbundenen gebogenen Balken. Diese Träger liegen etwa 1,25 Meter von einander entfernt und sind wieder durch eiserne Querbalken mit einander verbunden.

Zwischen diesen Eisenverbindungen sind die Töpfe, welche übrigens doppelt so gross waren als die bei der Halle à l'eau de vie angewendeten, so eingesetzt, dass sie ein scheitrechtes Gewölbe bilden, wobei gleich bei Herstellung der einzelnen Töpfe darauf Rücksicht genommen war, dass diejenigen Töpfe, welche gerade auf Querriegel trafen, unterhalb mit einem verhältnissmässig tiefen Einschnitt versehen wurden, damit der Verband in keiner Weise gestört werde. Alle Zwischenräume zwischen den Töpfen wurden hierauf mit Gypsmörtel ausgegossen und die untere Ansicht der Gewölbe gerade ausgeglichen und abgeputzt.

Figur 227.



In nebenstehender Figur 227 ist ein Topfgewölbe dargestellt, welches in den Pariser Weinhallen ausgeführt wurde.

Die Länge eines solchen Gewölbes beträgt 28,24 Meter, der Durchmesser des Bogens 4,70 Meter und die Höhe der Töpfe misst 28 Zentimeter. Die Anfänger der Gewölbe wurden hier bis zu einer bestimmten Höhe aus Ziegelmauerwerk hergestellt; hierüber wurden dann die Gewölbe mit Töpfen, regelmässig aneinander gereiht und mit Gipsmörtel verbunden ausgeführt. An der inneren Gewölbefläche sind die unteren Seiten der Töpfe sichtbar, oberhalb sind sie aber mit Gussmörtel bedeckt, wodurch zugleich das Satteldach und die Wasserrinnen zur Abführung des Regenwassers geformt wurden.

Bei den Baulichkeiten des Schlosses Kamenz in Schlesien sind ebenfalls Topfgewölbe in Anwendung gekommen[1]). Die hier ausgeführten Gewölbe sind böhmische Kappen, welche zwischen Gurtbogen von Ziegelsteinen in Zement vermauert, eingewölbt wurden. Die Töpfe, welche vollständig zylindrisch geformt waren, hatten 13 Zentimeter Durchmesser, 20 bis 26 Zentimeter Höhe und 13 Millimeter Wandstärke. Zum Vermauern der Töpfe wurde hier anstatt des Gipses guter Kalkmörtel angewendet.

Diese Gewölbe wurden aus freier Hand gemauert und zwar schichtenweise. Alle Schichten, sowol die des Längenschnitts als auch die des Querschnitts der Gewölbe wurden nach einer und derselben Kurve gebildet. Um den nötigen Verband zu erhalten, wurden in den Quergurtbogen zackenförmige Einschnitte vermauert, indem man die einzelnen Steine um einige Zolle heraussetzte, um die Töpfe von einer Reihe um die andere um den halben Durchmesser zurücktreten zu lassen. Man fing nun an den beiden entgegengesetzten Gurten zu wölben an, indem man mit den Gurtbogen parallel die einzelnen Wölbschichten aneinander setzte, die alle gleiche Krümmungen wie die Gurten selbst hatten. Der Schluss traf dann in die Mitte des Gewölbes und bildete hier eine ganze Schlussreihe.

Die Gewölbesäcke wurden ebenfalls mit Töpfen ausgemauert. Das Ganze wurde dann mit Sand überschüttet und darüber ein Ziegelpflaster gelegt.

Zur Ueberwölbung leichter Brücken für Fussgänger hat man die Hohlziegel auch angewendet, und zwar bis zu einer Spannweite von 15,69 Meter bei einer Pfeilhöhe von 1,20 Meter. Man hat hierbei die Steine am Widerlager in einer Höhe von 43 Zentimeter und am Schluss (im Scheitel) nur in einer Höhe von 24 Zentimeter angewendet. Die einzelnen Ziegel waren kastenförmig, oben geschlossen und an der unteren Seite ganz offen. Im Innern waren sie in der Mitte parallel mit den gegenüber liegenden Seitenwänden mit einer Scheidewand versehen. Die Breite eines jeden Ziegels betrug 11 Zenti-

1) *Förster*'s Bauzeitung, Jahrgang 1850

meter und die Länge 24 Zentimeter bei verschiedener Höhe, welche von den Widerlagern gegen den Scheitel des Gewölbes hin abnahm in dem Maassverhältniss, wie oben angegeben wurde.

Die Brückenbahn selbst erhielt eine Breite von 1,59 Meter.

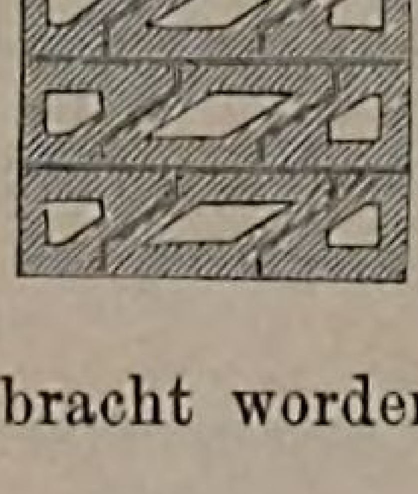
Bei einer anderen Brücke, welche bei einer Spannweite von 11,29 Meter eine Pfeilhöhe von 1,20 Meter erhielt, wurden die Hohlziegel jedesmal aus ein Paar zusammengeformter Röhren gebildet. Am Widerlager erhielten diese Röhren eine Länge von 45 Zentimeter und nahmen nach dem Scheitel des Gewölbes hin bis zu 30 Zentimeter Länge ab.

Eine nähere Beschreibung und Zeichnung dieser beiden Brücken und der verwendeten Hohlziegel findet man in der Zeitschrift für Bauwesen Jahrgang 1856, pag. 59.

Aus den hier angeführten Beispielen lässt sich leicht erkennen, dass die alten Baumeister die Hohlziegel in ganz anderer Weise bei ihren Gewölbebauten verwendeten, als gegenwärtig der Fall ist. Bei den älteren Gewölbebauten findet man die Hohlziegel reihenweise in horizontalen Lagen verpackt und mit Mörtel vergossen, und dienen sie daher hierbei mehr oder weniger in der Weise, dass sie die Masse des Gussmörtels durch ihr Volumen verringern, wo dagegen die in neuerer Zeit verwendeten Hohlziegel unmittelbar die Stelle der gewöhnlichen Gewölbsteine vertreten und als solche besonders vermauert werden oder doch als Gewölbsteine dicht nebeneinander aufgestellt und ihre Zwischenräume dann mit Gussmörtel ausgefüllt werden. Es sind daher die Topfgewölbe der Alten durchaus verschieden von den jetzt ausgeführten Topf- oder Hohlziegelgewölben, indem die ersteren mehr als Gussgewölbe anzusehen sind. Es ist jedenfalls sehr zu bezweifeln, dass die Topfgewölbe der Alten in der ihnen eigenen Konstruktionsweise noch jetzt mit Vortheil anzuwenden sein würden.

Bei schwächeren Widerlagsmauern ist die Anwendung von Hohlziegeln oder Töpfen, wie dieselben in neuerer Zeit mehrfach zur Anwendung gekommen und oben weiter beschrieben sind, jedenfalls sehr zweckmässig und vortheilhaft, jedoch vorausgesetzt, dass man dadurch bei vorhandenen schwachen Widerlagsmauern nur feuerfeste Decken erhalten will und demnach auch das dadurch hergestellte Gewölbe zu keinem anderen Zwecke dienen und nicht weiter belastet werden soll. Soll aber der Raum über solchen Gewölben noch ferner belastet werden, so dass die Gewölbe selbst noch eine erhebliche Last zu tragen erhalten, so ist, abgesehen von den dann notwendig auch stärker herzustellenden Widerlagsmauern, die Verwendung von Hohlziegeln zu Gewölben nicht zweckmässig, weil sie hinsichtlich ihrer Festigkeit für solche Zwecke durchaus nicht die genügende Sicherheit darbieten. In dieser letzteren Beziehung würden solche Ziegel, die vor dem Brennen mit Kohlenklein oder Sägespähnen, oder sonstigen leicht verbrennbaren Materialien gemischt waren, schon eine bedeutend grössere Sicherheit darbieten und gleichzeitig aber auch den Vortheil von grosser Leichtigkeit und grösserer Billigkeit damit verbinden.

Figur 228.



In *Romberg*'s Zeitschrift für praktische Baukunst, Jahrgang 1852, wird ein Beispiel angeführt, bei welchem man nicht nur zur Herstellung der Decken sich der Hohlziegel bedient, sondern auch, um trockene Umfangsmauern zu erhalten, diese ebenfalls aus Hohlziegeln herstellte. Dieses betreffende Beispiel war bei Gelegenheit der grossen National-Industrie-Ausstellung in London aufgestellt und bildete ein Vier-Familienhaus.

In nebenstehender Figur 228 ist der Mauerverband einer 0,35 Meter starken Mauer, wie er hierbei zur Anwendung gebracht worden, im Querschnitt dargestellt.

Die Decken waren hier mit Hohlziegeln gewölbt und wurden die Gewölbe durch schmiedeeiserne Stangen und durch gusseiserne, auf den Umfangsmauern ruhende Widerlagsplatten zusammengehalten.

Abgesehen von der Unrichtigkeit der Ansicht, dass durch Anwendung dieser Hohlziegel zu Umfangsmauern den Arbeitern billige und zweckmässige Wohnungen verschafft würden, ist zu berücksichtigen, dass, um der Länge nach den richtigen Verband zu erhalten, für jeden besonderen Fall auch wieder besondere Ziegel hergestellt werden müssen, die an den Ecken oder an einspringenden Ecken ihre Verwendung zu diesem Zwecke finden, weil diese Hohlziegel sich nicht behauen lassen; ferner kommen bei einem und demselben Bau gleichzeitig Ziegel von verschiedener Form zur Anwendung, welches aber die Arbeit im höchsten Grade wieder erschwert und vielfach Aufenthalt durch Aufsuchen der bezüglichen Ziegel verursacht, wodurch jedenfalls die Kosten des Arbeitslohns vergrössert werden. Lässt man aber auch dieses ganz ausser Betracht, so ist doch die Festigkeit solcher Mauern näher zu berücksichtigen. Zunächst haben solche Mauern jedenfalls eine erheblich geringere rückwirkende Festigkeit und sind keineswegs dazu geeignet, schwere Lasten zu tragen. Ferner aber sind sie auch schon wegen des Mauerverbandes selbst gar nicht dazu geeignet, denn bei einer grösseren Beschwerung der Mauer muss notwendig dieselbe sich der Länge nach in zwei Hälften theilen und findet dieses um so eher statt, wenn die Last nur auf die eine Hälfte (Kante) drückt, wie dieses in den meisten Fällen bei den Balkenlagen der Stockwerke in Gebäuden stattfindet, indem diese mit ihren Enden immer nur bis höchstens auf die Mitte der Mauer reichen. Dieses Trennen der Mauer wird durch die schrägen Flächen der Ziegel, mit welchen dieselben der Stärke der Mauer nach aufeinander liegen, keineswegs gehindert, sondern noch mehr gefördert werden. Diese Art der Hohlmauerung eignet sich daher, ganz abgesehen von dem grösseren Kostenaufwand, den dieselbe verursacht, keineswegs für die Anwendung. Höchstens eignen sich diese Hohlziegel zur Herstellung kleinerer Trennungsmauern im Innern der Gebäude, wo dieselben keinen anderen Zweck haben sollen, als nur die Trennung zweier Räume durch eine massive möglichst leichte Mauer herzustellen.

Den Topfgewölben der Alten schliessen sich unmittelbar an die Gussgewölbe, indem, wie schon oben angeführt wurde, die Töpfe wesentlich nur zu dem Zwecke angewendet wurden, um die Last der Gussgewölbedecke zu erleichtern und dadurch den Seitenschub gegen die Widerlager zu verringern. Ferner aber hatte die Anwendung der Töpfe auch den Zweck, das starke Schwinden der Mörtelmasse zu verhindern.

Aber auch ohne Anwendung von Töpfen wurden kleinere Gewölbe aus Gussmörtel hergestellt. In allen Fällen waren aber zur Ausführung solcher Gewölbe stets dichte und feste Lehrgerüste erforderlich.

Bei der vorzüglichen Eigenschaft des von den Alten verwendeten Puzzolanemörtels, womit die Zwischenräume der auf- und nebeneinander gelegten Töpfe ausgefüllt wurden oder woraus die Gussgewölbe hergestellt wurden, konnten auch gute Resultate erzielt werden.

Man hat in neuerer Zeit wieder mehrfach Versuche oder auch Ausführungen in dieser Art gemacht und dann bei einigermaassen gutem Erfolge eines Versuches die Tüchtigkeit solcher Gewölbe und ihre Zweckmässigkeit ungemein angepriessen; aber dessen ungeachtet haben diese Gewölbe aus

Gussmörtel doch nur sehr wenig Anwendung gefunden, einmal, weil die Herstellung derselben zu lange Zeit erfordert, und ferner, weil der Erfolg nicht immer mit Sicherheit vorher zu bestimmen ist und überhaupt auch die Erfahrung über ihre Haltbarkeit durchaus nicht genügend vorliegt. Dasselbe findet auch bei denjenigen Gewölben und Mauern statt, welche aus Stampfmörtel hergestellt werden.

In der Nähe Bremens, im Hafenort Vegesack, wurde vor mehreren Jahren ein zweistöckiges Wohnhaus mit gewölbten Kellerräumen aus Gussmörtel und Stampfmörtel hergestellt. Die dazu verwendeten Materialien waren auf's Sorgfältigste ausgesucht, zubereitet und verarbeitet. Das Gebäude war vollständig in allen Theilen bewohnbar hergestellt und sollte von dem Eigenthümer bezogen werden; glücklicherweise war dieses aber noch nicht in Ausführung gekommen und zwei Tage vor dem beabsichtigten Einzug stürzte das Gebäude vollständig in sich zusammen.

Eine nähere Beschreibung dieser Gewölbe aus Guss- oder Stampfmörtel kann ohne allen Nachtheil hier übergangen werden, um so mehr, da ihre Anwendung in keinerlei Hinsicht irgend welchen Vorzug verdient vor den oben näher beschriebenen Gewölben.

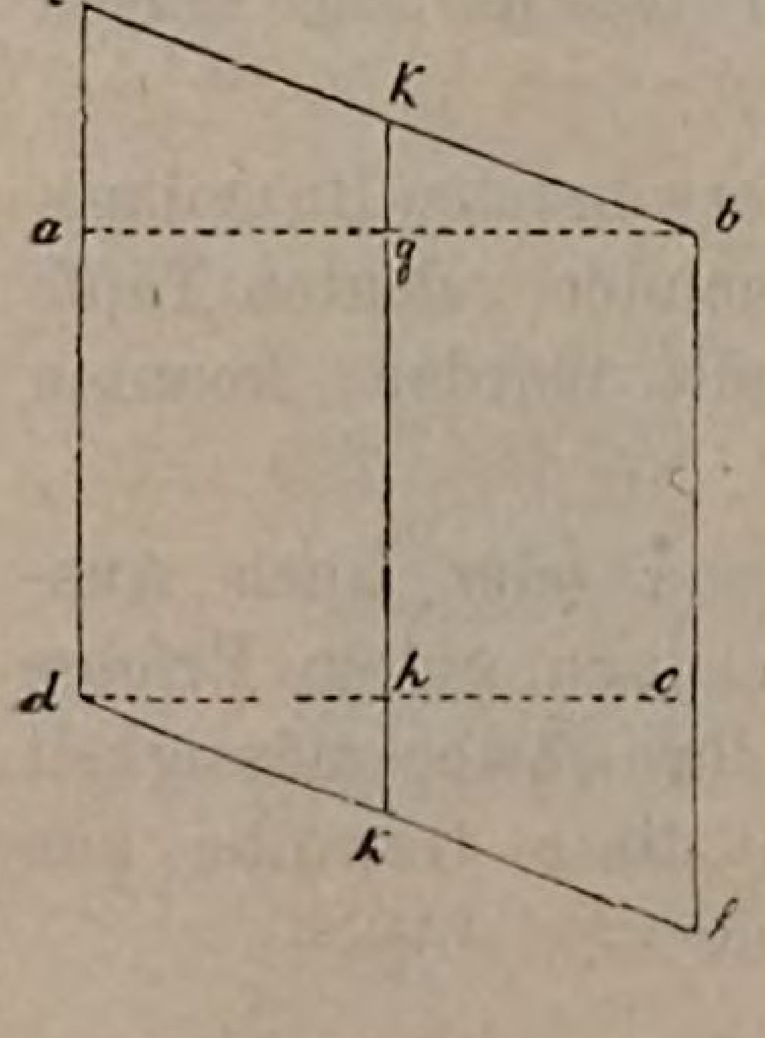
§ 62. Das schiefe Gewölbe und das Gurtbogengewölbe.

Das schiefe Gewölbe kommt vorzugsweise bei Ueberführung einer Eisenbahnbrücke über eine Fahrstrasse oder über einen Fluss zur Anwendung, wenn die Richtung der Eisenbahn die Richtung der Fahrstrasse oder die Flussrichtung nicht unter einem rechten Winkel schneidet. Unter gleichen Umständen findet auch die Ausführung der Gurtbogengewölbe statt.

Wenn nun auch diese Arten von Gewölben beim Landbau im Ganzen sehr selten vorkommen, und im Fall ihres Vorkommens bei der dann geringeren Ausdehnung und der geringeren Stärke, welche sie hier bedürfen, keine Schwierigkeiten hinsichtlich ihrer Ausführung verursachen, so sollen hier dennoch diese beiden Gewölbearten im Allgemeinen beschrieben werden.

Die Stabilität eines Gewölbes ist durch das Gleichgewicht sämmtlicher in demselben wirkenden Kräfte bedingt. Nun übt bekanntlich jeder gerade Wölbbogen von seiner Scheitellinie aus nach beiden Seiten hin einen Druck, dessen sämmtliche Wirkungen man sich in einer Linie vereint vorstellen kann, welche Linie die Stützlinie des Gewölbes genannt wird. In jedem Gewölbe aber, welches im Gleichgewicht ist, müssen die einzelnen Steine sämmtlich eine solche Lage haben, dass ihre Lagerflächen senkrecht auf die Richtung der in dem Mauerwerk wirksamen Kräfte, also auf die Richtung der Stützlinie des Gewölbes treffen, hingegen die übrigen Seitenflächen oder die Stossfugen müssen parallel zur Stützlinie stehen, indem auf solche Art die Festigkeit des Steins am vortheilhaftesten in Anspruch genommen wird.

Figur 229.



Nimmt man nun an, es stütze sich die Wölbmasse des schiefen Bogens b e d f (s. Figur 229) wie die eines geraden Bogens, nämlich in Vertikalebenen a b und c d senkrecht auf der Richtung der Scheitellinie k k, so wird bei dieser Voraussetzung der beiderseitige Bogenschub innerhalb der Vertikalebenen a b und c d gleich gross sein und in der Scheitelfuge g h

ein Gleichgewicht erfolgen. Anders verhält es sich aber mit den Bogenkeilstücken a b e und c d f. Hier übt offenbar das Keilstück b g k einen geringeren Druck gegen die Scheitelfuge g k aus, als das Bogenstück a g k e gegen dieselbe ausübt, so dass also jedenfalls ein einseitiger Ueberdruck gegen die Scheitelfuge entsteht. Dieser Ueberdruck pflanzt sich aber durch den Wölbkörper fort und hat das Bestreben die Wölbseite b f horizontal zu verschieben, oder wenn die Ecke b als fest angenommen wird, die Wölbseite b f um diesen Punkt b zu drehen. Dasselbe Bestreben findet aber auch bei dem Bogenkeilstück c d f in Bezug auf den Punkt d statt. Es folgt hieraus also unmittelbar, dass jeder schiefe Bogen das Bestreben zu einer Verschiebung oder Umdrehung hat, wenn sich die Masse desselben in Vertikalebenen, wie hier angenommen ist, stützen muss, welche winkelrecht auf der Durchgangsrichtung des Bogens stehen, und findet dieses immer statt, wenn ein schiefer Bogen in derselben Art hergestellt werden soll, wie ein gerader Bogen, und demnach die Lagerflächen horizontal laufen und die Stossfugen in Vertikalebenen liegen, die auf der Durchgangsrichtung vertikal stehen. Es leuchtet daher hieraus auch sofort hervor, dass eine solche Konstruktion, wie bei geraden Bogen angewendet wird, bei Herstellung schiefer Bogen nicht angewendet werden darf.

Die Richtung, nach welcher hin sich nun die Wölbmasse eines schiefen Bogens stützt, kann nur diejenige sein, nach welcher hin sich das geringste Setzen des Bogens herausstellt. Es muss daher die Stützung in Vertikalebenen erfolgen, die parallel den Stirnflächen sind und in Folge dessen muss ein schiefer Bogen, wenn das Setzen desselben ein Minimum werden soll, dergestalt konstruirt werden, dass die Lagerfläche eines jeden Wölbsteins in dem Bogen nicht nur winkelrecht zur Stirnfläche, sondern auch winkelrecht gegen die zugehörende Richtung der inneren Wölblinie des Bogens gerichtet sei. Durch die Richtung der Lagerfugen eines schiefen Bogens ist aber die der Lagerflächen der Wölbsteine noch keineswegs völlig bestimmt, denn die Lagerfuge gibt nur die eine Richtung derselben an, nämlich die an der inneren Wölbfläche. Zu ihrer vollständigen Bestimmung gehört noch die Richtung der Wölbfuge, die bekanntlich auf der zugehörenden Richtung der inneren Wölblinie des Bogens winkelrecht steht.

Da nun die Wölbfuge für einen Wölbstein in dem schiefen Bogen keine gerade, sondern stets eine gekrümmte ist, und weil ferner die Richtung der inneren Wölblinie in allen den Punkten, welche von den Lagerfugen getroffen werden, eine andere wird, so folgt unmittelbar, dass die Lagerfläche eines jeden Wölbsteins in einen schiefen Bogen mit richtigen Stoss- und Lagerfugen keine gerade, sondern eine gewundene Fläche sein muss. Für den einzelnen Wölbstein eines schiefen Bogens wird nun die gewundene Gestalt seiner Lagerfläche sich um so unmerklicher zeigen und einer ebenen Fläche um so näher liegen, je geringer die schiefe Lage des Bogens ist und je kleiner die Wölbsteine in Vergleich mit dem Bogen sind.

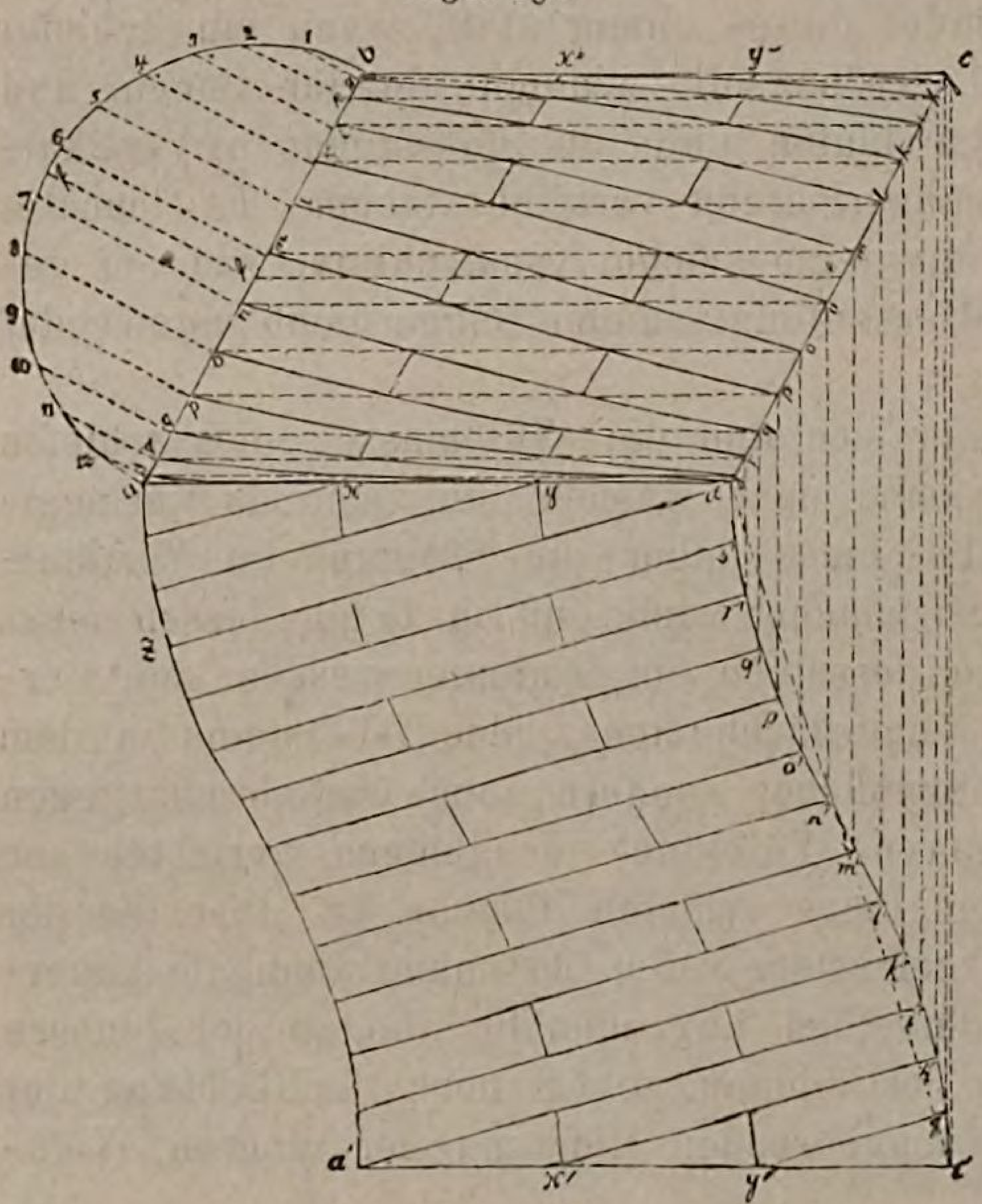
Für die Ausführung schiefer Gewölbe ist es jedenfalls stets am vortheilhaftesten, wenn man die an der Stirnfläche entstehende Form der Wölblinie so wählt, dass sie sich graphisch und mathematisch leicht darstellen lässt, und wird dieses am einfachsten dadurch erreicht, wenn man die Form der inneren Wölblinie des Gewölbes nach derjenigen der Stirnfläche desselben bestimmt, also diese letztere oder den Stirnbogen zuerst feststellt.

Es ist nunmehr die Gestalt einer abgewickelten Wölbfläche eines schiefen

Bogens näher zu betrachten, weil diese zur Bestimmung der Lagerfugen durchaus notwendig ist. Für einen geraden Bogen ist die Mantelfläche ein Parallelogramm, dessen Seiten die Widerlager des Gewölbes und die abgewickelten Bogenlinien der Stirnflächen sind. Für schiefe Bogen dagegen entstehen zwei Seiten, die mit einander parallel sind und die Länge der Widerlager erhalten; die beiden anderen Seiten dagegen bilden Kurven, die erst besonders entwickelt werden müssen.

Es lässt sich nun die Darstellung der Mantelfläche eines schiefen Bogens mit seinen Stoss- und Lagerfugen auf mehrerlei Art ausführen; es ist aber genügend, wenn hier eine der Darstellungsmethoden näher mitgetheilt wird.

Figur 230.



In nebenstehender Figur 230 ist die Mantelfläche eines schiefen Gewölbes dargestellt, dessen Stirnfläche nach einem Halbkreis gebildet ist.

Um die Mantelfläche zu erhalten, zeichne man zunächst dem gegebenen Winkel gemäss den Grundriss a b c d und ziehe die Mittellinie e f. Nunmehr errichte man über a b den Kreisbogen (Halbkreis), welcher den Stirnbogen des Gewölbes bezeichnen soll; theile diesen Bogen in die erforderliche Anzahl Wölbsteine ein und bezeichne jede einzelne Fuge mit Ziffern. Nun projektire man die Fugenpunkte der inneren Wölbfläche a f b des Aufrisses auf die Linie a b des Grundrisses, wie 1 g, 2 h, 3 i u. s. w. und ziehe aus den so erhaltenen Punkten g, h, i und so weiter, die Linien g g, h h, i i u. s. w., sämmtlich parallel mit b c. Von den so erhaltenen Punkten g, h, i u. s. w. auf der Linie c d, errichte man nun die Normalen c c', g g', h h', i i' u: s. w. auf b c und schneide dann von d aus das Breitenmaass eines Wölbsteins (b · 1, 1·2, 2·3 u. s. w.) auf diesen errichteten Normalen ab, so dass d s', s' r', r' q' u. s. w. jedesmal der Breite eines Wölbsteins gleich ist und die ganze Länge der inneren Wölblinie a f b gleich d c' wird. Verbindet man dann diese Punkte d, s', r', q' u. s. w. bis c' mit einander, so erhält man die verlangte Spirale d c'. Dieser Spirale ziehe man die Spirale a a' gleichlaufend und theile dieselbe in ebenso viele gleiche Theile als die d c'.

Nunmehr hat man zunächst die Richtung der Lagerfugen zu bestimmen. Man verfährt am einfachsten, wenn man dieselben winkelrecht oder doch nahezu winkelrecht zur Spirale d c' nimmt. Es lassen sich jedoch diese Fugen richtiger bestimmen, wenn man die Konstruktionswinkel der einzelnen Schicht sucht, wie weiter unten noch näher mitgetheilt werden soll. Nimmt man die Lagerfugen hier nun möglichst rechtwinkelig auf die Spirale oder auf die Stirnfläche, so ergeben sich zwar dadurch Abweichungen der Lagerfugen von ihrer eigent-

lichen zugehörigen Richtung und zwar am erheblichsten an den Enden des Bogens, weniger aber im Scheitel und in dessen Nähe; allein diese Richtung der Lagerfugen ist unbedenklich zulässig, weil das Setzen eines Bogens stets am erheblichsten in der Nähe des Scheitels erfolgt und an dieser Stelle die Abweichung nur geringfügig ist.

Hat man die Spirale a a′ in eine gleiche Anzahl Theile wie die d c′ eingetheilt, so errichte man in d auf der geraden Verbindungslinie der beiden Endpunkte der Spirale d c′ eine Normale. Trifft diese Normale nicht in einen der Theilpunkte der Spirale a a′, so zieht man von der lothrechten Richtung abweichend die Linie nach dem zunächst liegenden Theilpunkt. Trifft aber diese Normale in die Mitte zwischen zwei Theilpunkten, so zieht man die Linie nach dem, dem Widerlager zunächst liegenden Theilpunkte. Parallel mit dieser Linie werden dann die übrigen die Lagerfugen bezeichnenden Linien gezogen.

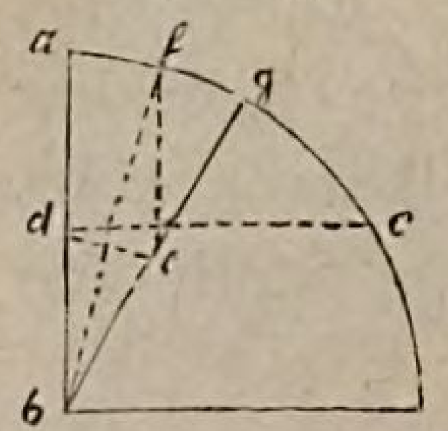
Nachdem diese Linien gezogen sind, hat man die Anzahl der Widerlagssteine auf jedem der Kämpfer zu bestimmen. Für die Fugen dieser Steine ist es aber von Wichtigkeit, dass sie durchgehends von einerlei Dimensionen sind, wesshalb die Widerlager a d und a′ c′ in ebenso viele gleiche Theile getheilt werden müssen als zwischen a und z sich Steine befinden.

Zur Bestimmung der Quer- und Stossfugen nimmt man, da dieselben in Ebenen liegen, die mit der Stirnfläche parallel sind, die nach der Spirale a a′ oder d c′ hergestellte Schablone, legt diese bei den Punkten x und x′ gleichzeitig an, und den Fugenwechsel beachtend, durchschneidet man abwechselnd jede Längenfuge; dasselbe Verfahren wendet man auch bei den Punkten y und y′ an und wiederholt dasselbe so häufig, als gegenüberliegende Punkte vorhanden sind. Durch dieses Verfahren erhält man die wirkliche Länge jedes einzelnen Wölbsteins in der unteren Wölbfläche.

Zur Bestimmung der Horizontalprojektionen der Spiralfugen theile man im Grundriss die Linien b c und a d in ebensoviele gleiche Theile als die Linien a d und a′ c′ eingetheilt sind und ziehe die zu a b und c d parallelen Linie $x x^2$ und $y y^2$ und indem man am Widerlager anfängt und eine Fuge um die andere überspringt, erhält man die horizontale Projektion der Stossfugen. Jede solche horizontale Theilung wird aus ebensovielen Parallelogrammen zusammengesetzt sein, als sich Widerlagssteine auf dem Kämpfer befinden und jeder dieser Theilstriche bildet die Stossfuge zu dem Spiral- oder Lagerfugen, welche durch Ausziehen der Linien $g y^2$, $h x^2$, i b, k g u. s. w. dargestellt werden.

Es wurde oben angeführt, dass man in der abgewickelten Fläche des Gewölbes ohne grossen Nachtheil die Richtung der Lagerfugen beinahe rechtwinkelig auf die äussere Spirale nehmen könne; will man aber die Richtung der Lagerfugen genauer und richtiger erhalten, so muss man zunächst diejenigen Winkel suchen, unter welchen sich die Lagerfugen an das Widerlager schliessen. Dass dieser Winkel aber für die sämmtlichen Lagerfugen des Bogens nicht überall gleich sein kann, versteht sich wol von selbst, denn vom Scheitel aus nach den Schenkeln des Bogens hin verändert sich jedenfalls die Grösse dieser Winkel. Man hat daher für jeden Bogen verschiedene Konstruktionswinkel zu bestimmen und zwar für jede einzelne Lagerfuge den zugehörigen Winkel, welches übrigens durch Konstruktion sehr leicht ausgeführt werden kann.

Figur 230.



Es sei in nebenstehender Figur 231 der Winkel a b g derjenige Winkel, in Bezugnahme auf die vorhergehende Figur, um welchen das Gewölbe von der normalen Richtung auf die Mittellinie des Gewölbes abweicht. Sucht man nun für irgend einen Punkt c, welcher dem Punkte 2 in obiger Figur entspricht, den zugehörigen Konstruktionswinkel, so ziehe man durch den Punkt c die horizontale c d, beschreibe alsdann aus b mit dem Halbmesser b d den Kreisbogen d e bis zum Durchschnittspunkt e mit b g, dem Schenkel des Winkels a b g, ziehe dann durch e eine Normale auf c d bis zum Durchschnittspunkt f des Kreises und verbindet man nun b mit f durch eine gerade Linie, so ist der Winkel a b f der verlangte Konstruktionswinkel für den Punkt c.

Auf gleiche Weise kann man für jeden anderen Punkt des Kreises den zugehörigen Konstruktionswinkel finden.

Schon des besseren Aussehens wegen nimmt man den Kreis oder die Ellipse als Stirnfläche an; im Uebrigen erleichtert dieses auch die Ausführung. Bei sehr schiefen Gewölben ist es vorzuziehen, für die Stirnfläche das Segment eines Kreises anzuwenden. Die Pfeilhöhe desselben darf jedoch dann nicht geringer als $^1/_6$ der Spannweite betragen.

Weitere Nachrichten hierüber findet man in *Romberg*'s Zeitschrift für praktische Baukunst, Jahrgang 1847, in der schätzenswerthen jedenfalls sehr praktischen Abhandlung über Konstruktion schiefer Gewölbe von *John Hart*. Ferner auch in der Abhandlung „Theorie der schiefen Gewölbe und deren praktische Ausführung“ von *Eduard J. Heider*.

Gleichzeitig wird aber auch auf die Mittheilung vom Ingenieur *Trautzschen* über zwei schiefe Ueberbrückungen der sächsisch-böhmischen Eisenbahn in demselben Jahrgang der *Romberg*'schen Zeitschrift aufmerksam gemacht.

Die schiefen Gewölbe werden ebenfalls wie die übrigen Tonnengewölbe auf festen Lehrgerüsten aufgeführt und wird, da die Lehrbogen parallel zur Richtung der Stirnflächen des Gewölbes und nicht rechtwinkelig zur Axe desselben aufgestellt werden, die Bogenlinie der Lehrbogen nach derjenigen der Stirnfläche des Gewölbes bestimmt. Sehr zweckmässig ist es dann, wenn man auf der Schalung eine genaue Verzeichnung der Fugenrichtungen, sowie der Wölbsteine ausführt, indem dadurch die Benutzung der Stellschmiegen zur Bestimmung der Winkel der Steine im hohen Grade erleichtert wird. Wollte man die Lehrbogen rechtwinkelig zur Axe des Gewölbes, wie bei geraden Gewölben geschehen muss, aufstellen, so müssten an den Stirnseiten dennoch immer Lehrbogen parallel mit den Stirnflächen aufgestellt werden. Da aber bei der Ausführung der schiefen Gewölbe, welche in der Länge und Richtung der Widerlager keineswegs gleichmässig geschehen kann, also jedenfalls eine ganz ungleiche Belastung des Lehrgerüstes stattfindet, so würde eine ungleiche Konstruktion der Lehrbogen den hierdurch entstehenden Nachtheil nur noch vergrössern. Ueberhaupt ist bei Ausführung der schiefen Gewölbe auf die ungleiche Belastung der Lehrbogen vor dem Schluss des Gewölbes darauf sehr zu achten, dass entweder durch Unterstützung von unten her oder durch zeitweilige Belastung des Gerüstes dieser ungleiche Druck mehr gehoben wird.

Die schiefen Gewölbe werden gewöhnlich in Quadersteinen ausgeführt und ist es dann vortheilhaft die Anfänger der Gewölbe aus möglichst grossen Steinen herzustellen, um die Anzahl derselben zu vermindern, weil die schräg angehauenen Lagerflächen doch niemals diejenige Festigkeit haben, als ein

voller Stein und durch die Verminderung der Anzahl der Anfänger wird jedenfalls in dieser Beziehung ein wesentlicher Vortheil erreicht.

Man führt auch diese schiefen Gewölbe mit Ziegelsteinen aus und hat man dann darauf zu achten, dass im Allgemeinen, die Richtungen der Lagerfugen genügend inne gehalten werden; zur Erreichung dieses Zweckes ist es hinreichend, wenn man die Richtungen der Lagerfugen in Entfernungen von 3 oder 4 Ziegelschichten auf dem Lehrgerüste vorher genau vorzeichnet. Die Anfänger bei solchem Gewölbe müssen aber auch hier aus Hausteinen hergestellt werden, um die sonst entstehende grosse Anzahl von Anfängern bei Ausführung in Ziegelmauerwerk zu vermeiden; durch diese vergrösserte Anzahl von Anfängern würde die Festigkeit des Gewölbes nur im höchsten Grade beeinträchtigt werden.

Oben wurde allgemein angegeben, dass man als Stirnbogen eines schiefen Gewölbes entweder den Halbkreis oder die Ellipse, oder einen Kreisbogen anwendete.

Die Anwendung des Halbkreises oder der Ellipse als Stirnbogen hat jedoch auch seine Grenze, und kann diese Bogenlinie nicht zu allen schiefen Gewölben angewendet werden, sondern es sind hierbei auch die Bedingungen der Stabilität zu berücksichtigen, welche nicht erlauben, dass ein volles Halbkreisgewölbe mehr als 20 Grad schief von der Senkrechten auf die Widerlager abweichend, ausgeführt werde. Man ist daher schon genötigt bei grösseren Abweichungen einen flachen Bogen anzuwenden. Auch die Ausführung schiefer Gewölbe wird wesentlich erleichtert durch Anwendung eines flacheren Bogen, so dass also in beider Hinsicht hierdurch ein grösserer Vortheil erreicht wird.

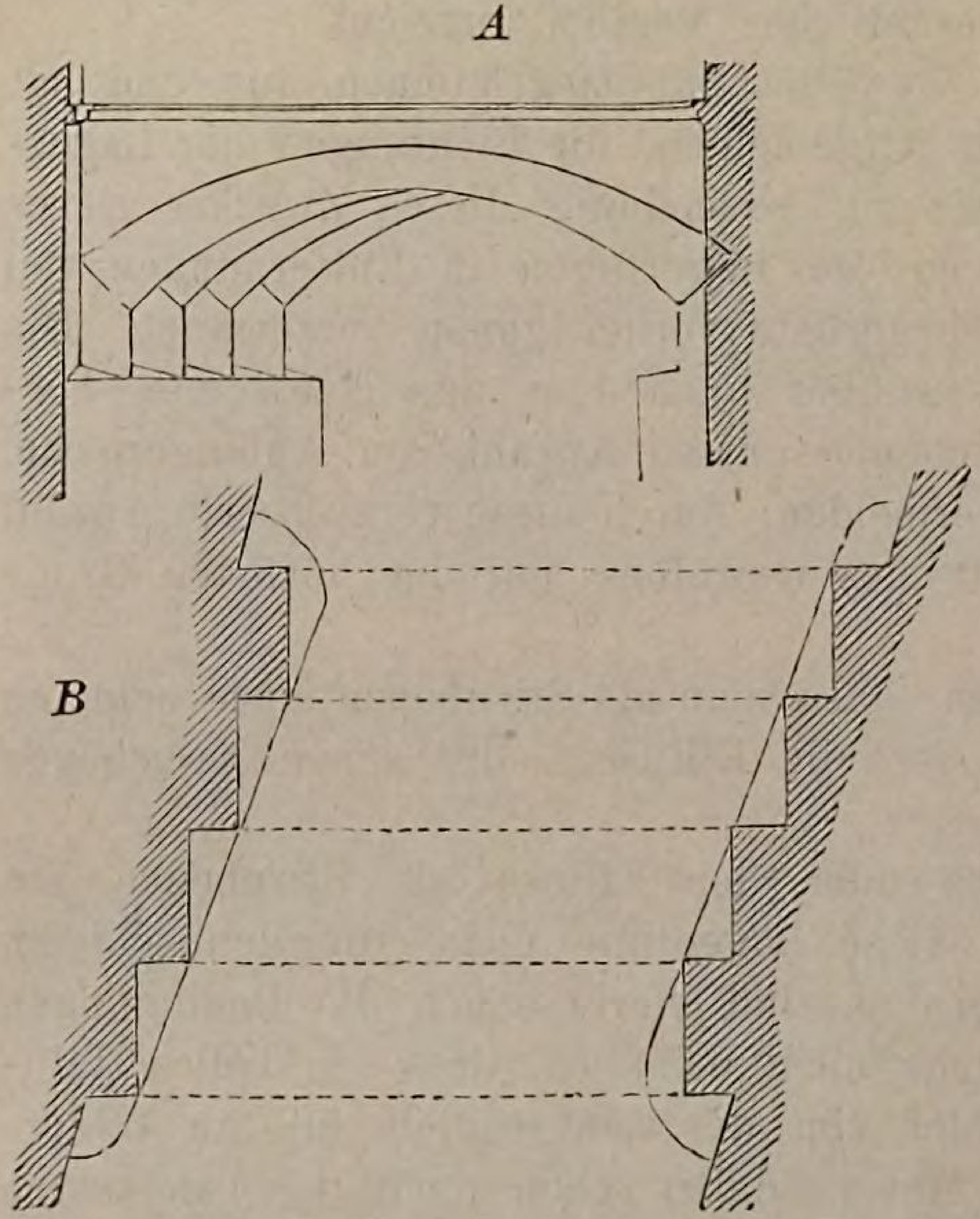
Wenn nun auch in verschiedenen Fällen diese schiefen Gewölbe bei Ueberbrückungen zur Ausführung gebracht sind und es sowol für die Wissenschaft als auch für die Praxis vom grössten Interesse ist, die Aufgabe richtiger Darstellung der Konstruktion schiefer Gewölbe gelöst zu haben, so hat es sich nichts desto weniger doch herausgestellt, dass diese Konstruktionen schiefer Gewölbe für grössere Ausführungen im Allgemeinen dennoch nicht als zur Anwendung sehr geeignet sind. Zumal bei grösseren Spannweiten verursacht ihre Ausführung einen sehr erheblich höheren Kostenaufwand, sowol für Material als auch für Arbeitslohn, weil die einzelnen Steine zu sehr verhauen werden müssen und ausserdem jeder einzelne zu versetzende Stein wieder nach verschiedenen Schablonen zugerichtet werden muss. Aber nicht nur ein grösserer Kostenaufwand ist hier erforderlich, sondern gleichzeitig auch ein grösserer Zeitaufwand. Man hat daher auf ihre Anwendung in neuerer Zeit immer mehr verzichtet, zumal die Verwendung von Eisenkonstruktionen für schiefe Ueberbrückungen in Bezug auf Spannweite und Konstruktionshöhe erheblich weniger Beschränkungen unterworfen ist, und die Ausführung derselben auch mit weit geringerem Zeitaufwand und Kostenaufwand verbunden ist.

Wo aber dennoch der Brückenüberbau aus Stein hergestellt werden sollte und man die Ausführung schiefer Gewölbe vermeiden wollte, hat man gerade Brückengewölbe mit sogenannten verlorenen Widerlagern hergestellt. Hierbei werden die Widerlager rechtwinkelig zur Brückenaxe soweit zurückgelegt, also die Spannweite der Brücke wird soweit vergrössert, dass die Unterführung der schiefen Kommunikation ohne irgend welchen Nachtheil zwischen den Widerlagsmauern in der festgestellten Richtung hergestellt werden kann.

Statt der schiefen Gewölbe hat man auch mehrfach die sogenannten Gurtbogengewölbe zur Ausführung gebracht.

Figur 232.

A



B

Diese Gurtbogengewölbe bestehen, wie aus nebenstehenden Figuren 232 AB ersichtlich ist, aus einzelnen geraden Bogen, die nach Maassgabe der Durchgangsrichtung (Axe) des Gewölbes zur Stirnfläche, an einander gestellt sind und rechtwinkelig zur Axe stehen. Eine Verbindung dieser neben einander gestellten Bogen unter sich, kann, wie aus der Zeichnung leicht ersichtlich ist, nicht stattfinden, sondern es kann eine solche höchstens dadurch hergestellt werden, dass bei einer höheren Hinter- oder Aufmauerung nach vollständiger Ausgleichung die weitere Aufmauerung in gehörigem Mauerverbande aufgeführt wird. Ein Uebergreifen der Gewölbsteine des einen Bogen in den anderen anliegenden kann nicht stattfinden, weil die beiden neben einander liegenden Bogen ihre Anfänger nicht in einer Vertikalebene haben und daher auch an jeder Stelle, welche rechtwinkelig auf der Stirnfläche ist, die Bogen verschiedene Höhe haben und demnach auch, weil die Mittelpunkte der verschiedenen Bogen nicht in einer rechtwinkelig auf die Stirnfläche gerichteten Vertikalebene liegen, die Radialfugen des einen Bogens nie mit denen des anderen Bogens zusammentreffen können.

Diese Gurtbogengewölbe finden im Allgemeinen nur noch wenige Anwendung, namentlich wegen des Fehlens des Seitenverbandes der einzelnen an einander liegenden Gurtbogen und wegen ihrer verschiedenen Widerstandsfähigkeit in einer und derselben rechtwinkelig auf die Stirnfläche treffenden Vertikalebene, welche aus den in dieser Ebene vorhandenen verschiedenen Gewölbehöhen resultirt. Beim Landbau finden diese Gurtbogengewölbe keine weitere Anwendung. Eine nähere Erklärung dieser Gewölbe ist nicht erforderlich, indem ihre Anordnung zur Genüge aus der Zeichnung ersichtlich ist.

Auch die oben erwähnten schiefen Gewölbe finden beim Landbau keine weitere Anwendung, wenigstens durchaus nicht in der Weise, wie oben die Konstruktion näher angedeutet ist. Hat man beim Landbau schiefe Räume zu überwölben, so lässt sich eine solche Ueberwölbung, zumal die Dimensionen hier nie sehr gross sind, unter Verbindung mehrerer oben näher beschriebener Gewölbearten sehr leicht zur Ausführung bringen.

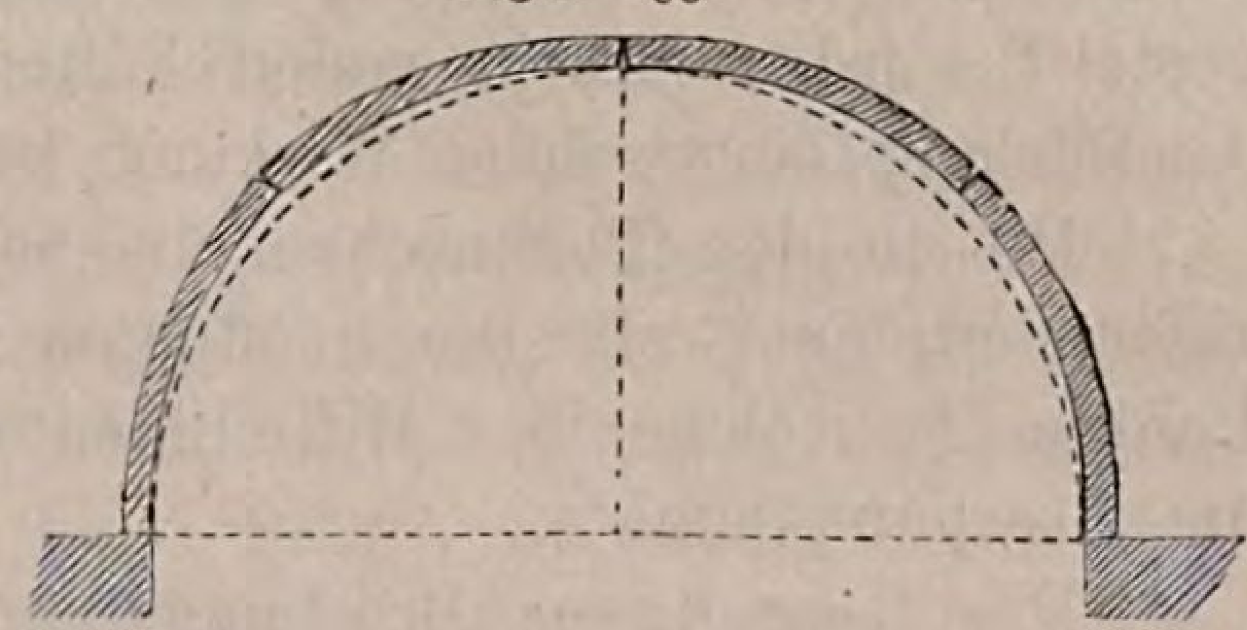
§ 63. Die Bestimmung der Stärke der Widerlager von Gewölben.

Bekanntlich übt jeder gewölbte Bogen, welcher aus einer grösseren oder kleineren Anzahl von Steinen zusammengesetzt ist, einmal einen senkrechten Druck aus, welcher je nach dem Gewichte des Materials, woraus der Bogen

hergestellt ist, und der Belastung des Bogens grösser oder kleiner ist; ausserdem übt derselbe aber auch einen Seitendruck gegen seine Widerlager, um diese auszuschieben, welcher Druck nicht allein von dem Gewichte und der Belastung des Bogens abhängig ist, sondern auch gleichzeitig von der grösseren oder geringeren Spannweite und der Höhe des Bogens abhängt.

Sind nun bei einem Gewölbe die Stärken der Wölbung oder der Widerlager, oder die Stärken beider Theile zugleich so gering, dass sie dem Gewölbedruck, welcher aus dem senkrechten Druck und dem Seitendruck des gewölbten Bogens resultirt, nicht widerstehen können, so ändert sich jedenfalls die Gewölbeform in dem Augenbick, wo das Gerüst, welches bis dahin das darüber hergestellte Gewölbe getragen hat, weggenommen und in Folge dessen in Ermangelung einer ferneren genügenden Unterstützung das vorhanden gewesene Gleichgewicht gestört wird, und kann sich diese Formveränderung dann in mehrererlei Art kundgeben.

Figur 233.

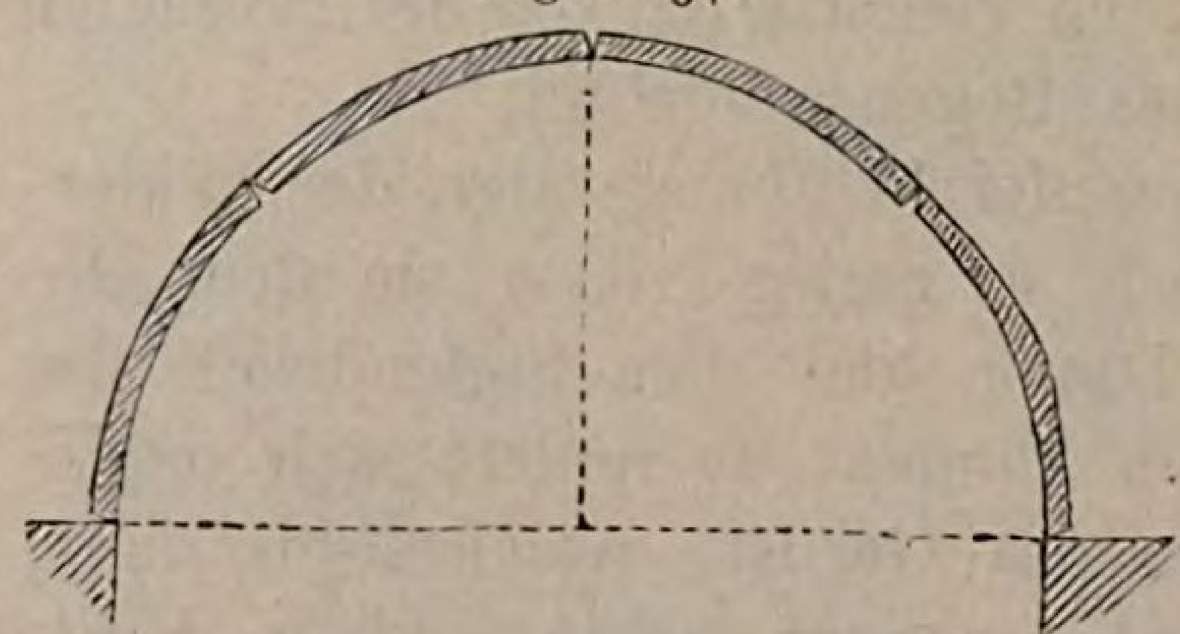


Es kann einmal der Fall eintreten, dass der Spiegel des Gewölbes sich senkt, in welchem Falle dann, wie in nebenstehender Figur 233 angedeutet ist, in unmittelbarer Nähe des Schlusssteins an der inneren Seite des Gewölbes die Fugen sich öffnen, während sie sich an der äusseren Seite an derselben Stelle scharf schliessen; von hieraus abwärts öffnen sich an der inneren Seite des Gewölbes nach beiden Schenkeln hin die folgenden Fugen, jedoch in fortwährend abnehmender Grösse bis zu einer Fuge, die gar nicht, weder an der inneren noch an der äusseren Seite des Gewölbes geöffnet erscheint. Von dieser Fuge abwärts öffnen sich dann wieder die Fugen an der äusseren Seite des Gewölbes bis zu einem Punkte, wo die Fugenöffnung am grössten wird, von wo ab dann die Fugenöffnungen wieder abnehmen und abwärts wieder an der inneren Seite hervortreten und hier in fortwährend zunehmender Grösse abwärts bis zu dem Anfange des Gewölbes sich öffnen und an dieser Stelle sich die Fuge am stärksten öffnet. Der Bogen bricht bei eintretenden Fugenöffnungen, wie sie hier eben im Allgemeinen angedeutet wurden, zusammen, wenn die Kantung der einzelnen Bogentheile bis dahin vorschreitet, dass die Bogenstücke des Spiegels des Gewölbes niederfallen können; die beiden Bogenschenkel fallen dann ebenfalls nach Innen. Doch tritt eine Kantung der einzelnen Bogentheile wol selten in dem Grade ein, dass dieses stattfinden kann, sondern in den meisten Fällen werden, wenn der Bogen, wie in der Figur angedeutet ist, anfängt in den Fugen sich zu öffnen, die Steine in den Kanten allmälig zerdrückt und werden dadurch dann die Oeffnungen zur Genüge vergrössert, so dass die Bogenstücke des Spiegels niederfallen können.

Ein anderer Fall, der auch möglicherweise stattfinden kann, ist der, dass die Gewölbeschenkel anstatt, wie im ersteren Falle angenommen wurde, nach Aussen gedrängt zu werden, das Bestreben äussern nach Innen zu fallen, so dass also dann in diesem Falle eine Drehung in entgegengesetzter Richtung erfolgt. In diesem Falle müssen die Wölbfugen sich ebenfalls öffnen. Dieses geschieht jedoch nicht, wie in obigem Falle angegeben wurde, in der Nähe des Schlusssteins an der inneren Seite des Gewölbes, sondern nach dem Ge-

wölberücken zu und an den Gewölbeschenkeln an der inneren Gewölbelaibung; ferner aber werden dann auch die Widerlagspfeiler sich um die innere Kante ihrer Grundfläche drehen, d. h. sie werden ebenfalls nach Innen fallen, wie dieses in nebenstehender Figur 234 angedeutet ist.

Figur 234.



Es kann aber endlich auch der Fall eintreten, dass das Gewölbe sich am Schlussstein und in den Gewölbewinkeln spaltet und dass die Widerlagspfeiler an ihrer Grundfläche ausgleiten.

Bei allen Gewölben tritt nun mehr oder weniger das Bestreben zur Verwirklichung einer dieser hier angedeuteten Fälle nach Entfernung des Lehrgerüstes immer hervor und zwar findet dieses schon durch die Wirkung des Setzens des Gewölbes selbst in einem mehr oder minder starkem Grade statt, je nachdem die Ausführung mit einer geringeren oder grösseren Sorgfalt hergestellt worden ist; in vielen Fällen ist aber bei einer genügend sorgfältigen Ausführung eine solche Wirkung kaum sichtbar.

Die in den Bogenschenkeln bei einem der oben angeführten Fälle entstehenden, am weitesten geöffneten Fugen heissen die Brechungsfugen, und die Punkte, in welche ihre Mittellinien die innere Wölbungslinie schneiden, heissen die Brechungspunkte.

Die Lage dieser Brechungsfugen ist für die Theorie, sowie auch für die Praxis immer ein sehr wichtiges Bestimmungsstück, um so mehr, da aus Erfahrung feststeht, dass bei den entstehenden Bewegungen der Gewölbe die Theile nicht auf einander gleiten, sondern durch Drehung um die oberen oder unteren Kanten der einzelnen Wölbsteine sich von einander entfernen. Allein es ist sehr schwierig, die Lage dieser Brechungsfugen mit Genauigkeit zu bestimmen, weil sie den Umständen nach durchaus nicht unveränderlich ist. Bei Anwendung einer grösseren Anzahl von Wölbsteinen (Ziegelsteinen) wird die Bestimmung der Lage der Brechungspunkte noch ungewisser, indem dünne Keile nicht in einer, sondern in mehreren Fugen von einander getrennt werden, die aber alle in der Nähe des eigentlichen Brechungspunktes liegen.

Man kann nun nach oben angeführten allgemeinen Fällen und gestützt auf viele Beobachtungen, die bei Einstürzen von Gewölben gemacht wurden, eine Wölbung als aus vier Gewölbestücken zusammengesetzt bestehend, betrachten, die durch Fugen da von einander getrennt sind, wo der Bruch möglich ist, und welche Theile sich daher gegenseitig im Gleichgewicht erhalten müssen.

Betrachtet man nun die unteren Theile der Gewölbeschenkel bei einem steileren Gewölbe näher, so ergibt sich leicht, dass die Tangenten, welche man in den Fugenschnitten am Gewölbebogen zieht, sich mehr und mehr der lothrechten Linie nähern, je näher die Fugenschnitte dem Anfange des Gewölbes liegen; dagegen in dem oberen Theil, in dem Spiegel des Gewölbes, nähern sich die Tangenten bis zum Scheitel immer mehr der wagerechten Linie und im Scheitel selbst wird die Tangente eine wagerechte Linie. Es geht hieraus nun leicht hervor, dass die einzelnen Steine in den Gewölbeschenkeln schon mehr oder weniger durch Reibung, dagegen diejenigen im Spiegel des Gewölbes nicht durch Reibung, sondern allein nur durch Pressung in ihrer Lage gehalten werden und demnach dieser obere Theil des Gewölbes

einen Seitendruck gegen die unteren Theile des Gewölbes (die Gewölbeschenkel) ausübt und dieselben seitwärts auszuschieben strebt. Hieraus lässt sich aber auch schon unmittelbar schliessen, dass der Seitendruck eines Gewölbes um so grösser werden muss, je flacher das Gewölbe ausgeführt wird; dagegen muss der Seitendruck eines Gewölbes verhältnissmässig sich verringern, je steiler der Gewölbebogen an sich wird.

Es ist nun keineswegs die Absicht, hier die verschiedenen aufgestellten Theorien über Berechnungen der Stabilität der Gewölbe näher anzuführen und zu erläutern, sondern es sollen hier nur einige Angaben zur näheren Bestimmung der Gewölbestärken und ihrer Widerlager angeführt werden, welche, wenn sie auch etwas grössere Resultate für den einzelnen Fall, als gerade notwendig ist, ergeben, hier um so mehr genügen werden, da der Zweck dieses Handbuches auch mehr ein praktischer sein soll. Ueberdies ist auch zu berücksichtigen, dass bei den gewöhnlichen und selbst auch noch bei grösseren Landbauten, wovon hier im Allgemeinen doch nur die Rede ist, die durch Ausführung der hierdurch etwas vergrösserten Mauerstärken entstehenden Mehrkosten nie so bedeutend werden können, dass sie noch besonders in Betracht gezogen werden müssten. Bei grösseren Bauten (grossen Kuppel- oder Gewölbebauten) und namentlich auch bei kleineren oder grösseren Brückenbauten tritt schon von selbst die Notwendigkeit hervor, vor Beginn des Baues eine genauere Kalkulation aufzustellen, wenngleich auch in manchen Fällen dieses mehr oder weniger ausser Acht gelassen wird und man nicht selten sich nach vorhandenen Beispielen richtet, ohne jedoch dabei die besonderen obwaltenden Umstände genügend zu berücksichtigen oder berücksichtigt zu haben, welches aber dann nicht selten zur Folge haben kann, dass andere Resultate erhalten werden als erwartet wurden.

Da die Stabilität eines Gewölbes erfordert, dass nicht nur die eigene Stärke des Gewölbes, sondern auch die Stärke seiner Widerlager grösser ist, als das statische Gleichgewicht es notwendig erfordert, so sind hier demnach beide Theile in nähere Betrachtung zu ziehen. Es ist jedoch zu bemerken, dass hier nicht nur gerade Gewölbe zu berücksichtigen sind, sondern auch die zusammengesetzten, als namentlich die Kreuzkappengewölbe und die Gurtbogengewölbe. Bei diesen Gewölben aber werden die eingelegten Kappen nur als Belastung der Grat- oder Gurtbogen angenommen und wird die erforderliche Stärke daher auch nur für diese bestimmt, wo dagegen man die Kappen selbst möglichst leicht herzustellen sucht.

Ein Gewölbe kann entweder in seinem ganzen Umfange gleich stark sein, wie es bei Gurtbogen oder bei Mauerbogen, welche von gebrannten Ziegelsteinen hergestellt werden, gewöhnlich der Fall ist; oder es werden die Gewölbe nach dem Scheitel zu und im Scheitel schwächer als an den Anfängern, welcher Fall bei grösseren Gewölben aus Ziegelsteinen, sowie auch bei Gewölben aus Quadersteinen stets stattfindet. Dieses Letztere wird hauptsächlich zu dem Zwecke angeordnet, damit nach den Widerlagern zu die Gewölbemasse, der Zunahme des Drucks in Folge des Gewichts entsprechend, wachse und somit ein Gleichgewicht zwischen dem Spiegel des Gewölbes und den Gewölbeschenkeln hergestellt werde. Würde das Gewölbe in seinem ganzen Umfange gleich stark gemauert, wie dieses bei Mauerbogen, die später ganz dicht bemauert werden, gewöhnlich der Fall ist, so würde jedenfalls das Gewicht des oberen Gewölbetheils erheblich vergrössert werden und hiermit würde sich auch unbedingt der Seitendruck auf die Gewölbeschenkel bedeutend vergrössern,

welcher Umstand aber wieder andere Anordnungen erforderlich machen würde, um das notwendige Gleichgewicht herzustellen. Bei kleineren Gewölben, die in ihrem ganzen Umfange gleich stark gemauert werden, wird nun durch die Hintermauerung der Gewölbeschenkel eine Verstärkung derselben nach den Widerlagern hin zum Theil schon erhalten, indem diese Hintermauerung wesentlich nur stets zur Verstärkung der Gewölbeschenkel dient, um den Seitendruck, welchen der obere Theil des Gewölbes gegen die Gewölbeschenkel ausübt, entgegen zu wirken, und daher auch die Ausführung solcher Hintermauerung unter allen Umständen notwendig ist.

Es ist nun zunächst die Stärke des Bogens im Scheitel, also die Höhe des Schlusssteins zu bestimmen. Dass diese Grösse aber wesentlich von der Spannweite des Bogens und ferner auch von der Pfeilhöhe desselben abhängig ist, liegt auf der Hand. In gewöhnlichen Fällen macht man den Schlussstein eines Mauer- oder Gurtbogens nicht niedriger als die Steinlänge der zu verwendenden Steine (Ziegelsteine) beträgt. Dieses Maass genügt jedoch nur für kleinere aus solchen Steinen hergestellte Bogen, die keine grössere Spannweite als 1,88 Meter haben, und selbst bei dieser Spannweite genügt die angegebene Höhe des Schlusssteins nicht immer, und zumal gar nicht, wenn der Bogen ein sogenannter scheitrechter Bogen ist und, wie dieses bei Ziegelmauerwerk gewöhnlich stattfindet, der Bogen in seinem ganzen Umfange gleich stark gemauert wird. Für einen scheitrechten Bogen, welcher in seiner ganzen Länge nur einen Stein stark gemauert wird, kann überhaupt schon nicht angenommen werden, dass nunmehr der Schlussstein des Bogens die Höhe einer Steinlänge wirklich hat, sondern die Höhe ist geringer, weil das ausgeschnittene Bogensegment, wie in § 24 durch Figuren näher erläutert ist, auf dessen Peripherie die Radialfugen des Bogens rechtwinkelig stehen, nur zur ausgleichenden Herstellung einer wagerechten Unterkante des Bogens dient. Es ist daher bei Bestimmung der Höhe des Schlusssteins für einen scheitrechten Bogen von dieser bestimmenden Bogenlinie an die Höhe für denselben anzunehmen. Hat demnach dieses Bogensegment eine Pfeilhöhe von 15 Zentimeter und beträgt die Steinlänge 25 Zentimeter, so wird die ganze Höhe des Schlusssteins nicht 25 Zentimeter, sondern von der unteren wagerechten Sturzfläche des Bogens ab, 40 Zentimeter.

Nach Erfahrungssätzen genügt im Allgemeinen für Mauerbogen, welche mit festgebrannten Ziegelsteinen und als Halbkreisbogen oder als Stichbogen ausgeführt werden, bei Spannweiten bis zu höchstens 1,88 Meter, die Bogenstärke gleich einer Steinlänge; für eine Spannweite von 1,88 bis höchstens 4,70 Meter ist die Bogenstärke gleich $1\frac{1}{2}$ Steine zu nehmen, und für Spannweiten von 4,70 bis höchstens 6,27 Meter ist die Bogenstärke gleich 2 Steinlängen zu nehmen.

Diese Erfahrungssätze stimmen auch im Allgemeinen ziemlich gut überein mit den beim Bau der hannoverischen Eisenbahnen für Brückengewölbe eingeführten Normaldimensionen.

Die hierfür festgesetzte Formel ist

$$e = {}^3/_4 + {}^1/_{16}\, d$$

in welcher Formel e die Gewölbestärke und d die Spannweite des Gewölbes im Lichten bezeichnet.

Zur Bestimmung der Gewölbestärke im Scheitel hat man nach *Perronet*, wenn e die Höhe des Schlusssteins bezeichnet und r den Erzeugungshalbmesser der inneren Wölbung,

$$e = 0{,}0694\, r + 1 \text{ Fuss}.$$

Ferner für ein Kreisbogengewölbe von der Spannweite d und der Pfeilhöhe h hat man

$$e = 0{,}008675 \left(\frac{d^2 + 4\,h^2}{h}\right) + 1 \text{ Fuss},$$

und ist $^1/_2$ d gleich h oder gleich Radius r, so ergibt sich wieder aus dieser Formel

$$e = 0{,}0347\,d + 1 \text{ Fuss} = 0{,}0694\,r + 1 \text{ Fuss}.$$

Nach *Rondelet* hat man für kreisförmige und elliptische Brückengewölbe, wenn d die Spannweite bezeichnet und e die Höhe des Schlusssteins,

$$e = 0{,}0417\,d + 1 \text{ Fuss}.$$

Für mittlere Gewölbe nimmt *Rondelet*

$$e = 0{,}0208\,d + 0{,}5 \text{ Fuss und}$$

für leichte Gewölbe

$$e = 0{,}0104\,d + 0{,}25 \text{ Fuss}.$$

Die von *Perronet* und *Rondelet* angegebenen Stärken für Gewölbe stimmen ziemlich mit den in oben angeführten Erfahrungssätzen bestimmten Stärken überein; sie geben für kleinere Gewölbe eine geringere Höhe des Schlusssteins an und würden somit die auf Erfahrungssätzen gestützten Grössen in den angegebenen Maassen unter allen Umständen für die beim Landbau vorkommenden Fälle als vollständig genügend angenommen werden können. Wollte man diese Formeln nun auch für grössere Gewölbe, wie sie einzeln beim Landbau zur Ausführung kommen, zur Bestimmung der Höhe des Schlusssteins anwenden, so würden dieselben unbedingt erheblich grössere Werte liefern als notwendig wäre und man würde in Folge dessen dann auch notwendig die Stärke der Widerlager bedeutend vergrössern. Es ist daher die Anwendung der betreffenden Formeln für die Bestimmung der Höhe des Schlusssteins bei Gewölben, wie sie beim Landbau vorkommen, nicht zulässig.

Hat man grössere Gewölbe, wie sie beim Landbau vorkommen, auszuführen, welche aber keine weitere Belastung zu tragen erhalten, so ist jedenfalls eine geringe Höhe des Schlusssteins zulässig und würde für diesen Fall die Höhe des Schlusssteins nach der von *Rondelet* bestimmten Formel

$$e = 0{,}0208 + 0{,}5 \text{ Fuss}$$

anzunehmen sein.

Für kleinere Gewölbe gibt *Rondelet* die Formel für die Stärke der Gewölbe im Scheitel oder $e = 0{,}0104\,d + 0{,}25$ Fuss. Für kleinere Zwischenkappen würde diese Stärke wol genügen, allein es ist zu berücksichtigen, dass hier zu sehr die Tüchtigkeit des Mörtels in Betracht kommt und es ist jedenfalls stets sehr misslich, wenn dieses stattfindet. Auch ist zu berücksichtigen, dass für die nach dieser Formel berechnete Stärke des Gewölbescheitels gewöhnlich das passende Material, vornehmlich in Betreff seiner Stärke fehlt. Man würde unter Einhaltung dieser letzteren Wertbestimmung für die Stärke des Gewölbes im Scheitel sehr leicht dahin kommen, dass Gewölbe mit plattliegenden Steinen oder mit Kantsteinen auszuführen, wo aber dann die Fugenflächen (Radialfugen) in ihrer Höhe zu geringe werden, als dass durch den Mörtel verhindert werden könnte, dass ein Durchbrechen der einzelnen Schichten entsteht. Ueberhaupt würde ein solches Gewölbe auch jedenfalls eine zu geringe Stabilität erhalten.

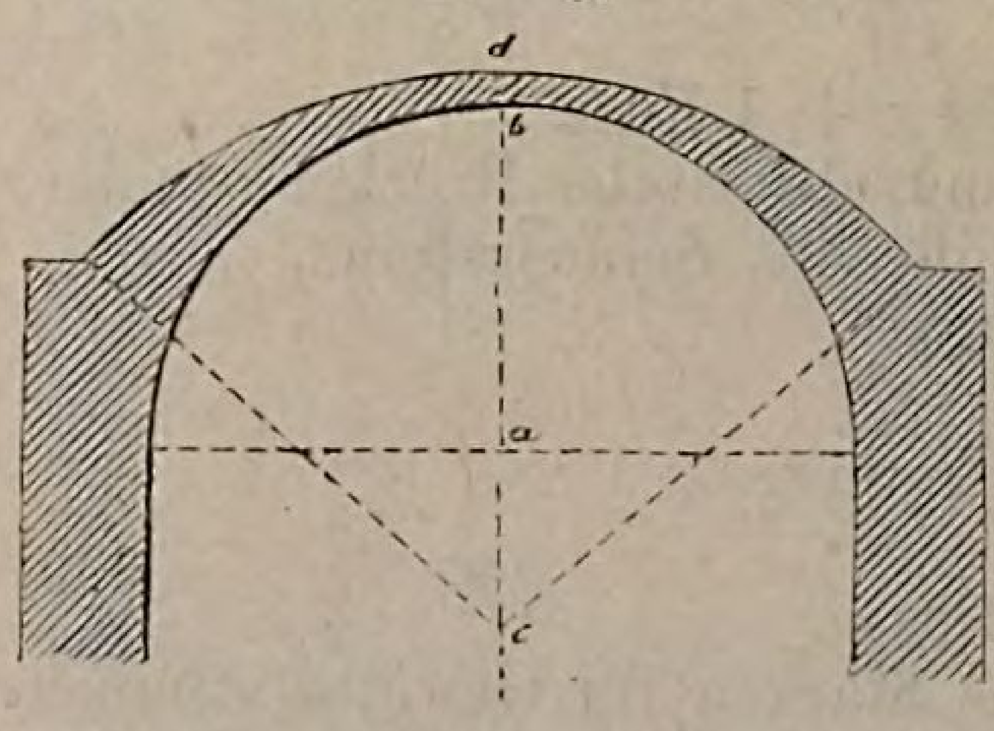
Man sollte daher die Stärke der Gewölbe im Scheitel für kleinere Gewölbe nie geringer als $e = 0{,}0208\,d + 0{,}25$ Fuss annehmen.

Für grössere Gewölbe, wie sie in gewöhnlichen Fällen beim Landbau in Wohnhäusern und bei Kellern vorkommen, und wo die Gewölbe keine weitere Belastung erhalten, würde unter allen Umständen die Formel $e = 0{,}0104\,d + 0{,}5$ Fuss für die Stärke derselben im Scheitel genügen, um so mehr, da in gewöhnlichen Fällen die Stärke der Gewölbe im Scheitel selten grösser als eine Steinbreite, also za. $5^1/_2$ Zoll angenommen und ausgeführt wird. Um die hier gegebenen Werte im Metermaass zu erhalten, drückt man sämmtliche Grössen in Zentimeter aus.

Wie schon oben angeführt, muss aber die Gewölbestärke der Zunahme des Drucks in Folge des Gewichts entsprechend, nach den Widerlagern zu

wachsen und hat man zur Bestimmung der Stärke des Gewölbes an seinen Widerlagern folgendes konstruktives Verfahren.

Figur 235.



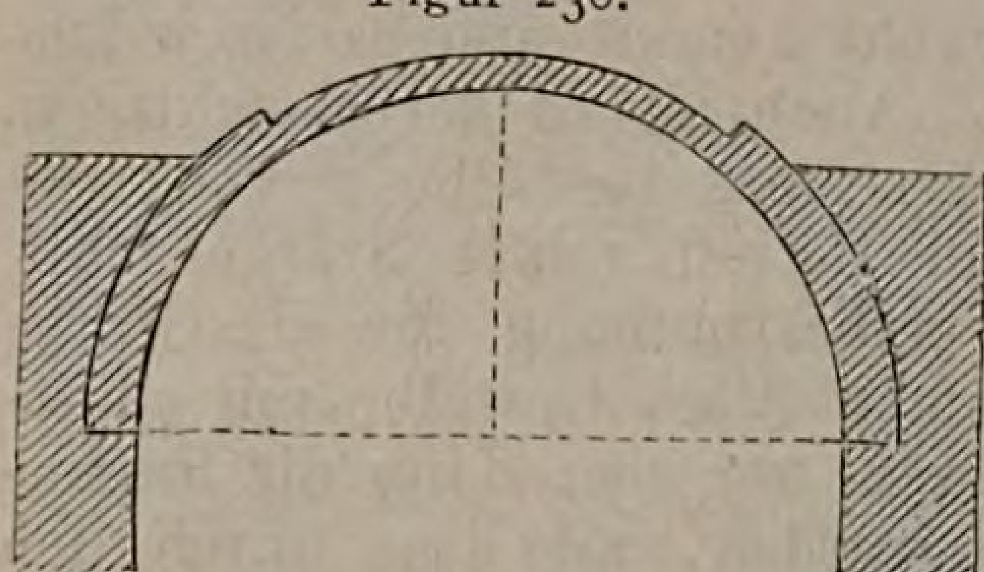
Es sei in nebenstehender Figur 235 ein halbkreisförmiges Gewölbe dargestellt.

Man theilt den Halbmesser a b des Gewölbes in zwei gleiche Theile und trägt $^1/_2$ a b von a nach c, so ist c der Mittelpunkt für den äusseren Umkreis des Gewölbes. Trägt man dann von b nach d die festgestellte Stärke des Gewölbescheitels (Schlusssteins) ab, so ist c d der Halbmesser des äusseren Umkreises des Gewölbes.

In gleicher Weise verfährt man auch bei flacheren Bogen. Bei Gewölbebogen, aus mehreren Mittelpunkten verzeichnet, theilt man den Halbmesser des mittleren Bogens in zwei gleiche Theile und trägt von dem Mittelpunkt dieses Bogens abwärts die Hälfte des Halbmessers ab, wo man dann den Mittelpunkt für den äusseren Umkreisbogen ebenfalls erhält. Sehr häufig und namentlich bei kleineren Gewölben macht man a c auch wol nur = $^1/_4$ a b und verfährt dann ebenfalls ganz so, wie bereits angegeben. Diese letztere Annahme genügt auch bei den beim Landbau vorkommenden kleineren Gewölben hinreichend, um so mehr, wenn, wie dieses gewöhnlich der Fall ist, die Gewölbe keine weitere Belastung erhalten und ferner die Gewölbeschenkel noch hintermauert werden.

Bei Gewölben, die aus Ziegelsteinen hergestellt werden, würde man, wenn man nach diesen Umfangslinien das Gewölbe ausführen wollte, eine Menge Material verhauen müssen, und an manchen Stellen des Gewölbes würde der Verband sogar gänzlich gestört werden können, oder man müsste besonders dazu geformte Steine verwenden. Um daher solches zu verhindern; lässt man die Verstärkungen der Gewölbeschenkel in Absätzen nach dem Scheitel des Gewölbes hin abnehmen, ähnlich, wie dieses in nebenstehender Figur 236 näher angegeben ist.

Figur 236.



Wendet man zur Ausführung der Gewölbe Hausteine an, so werden selbstverständlich die Steine der einzelnen Gewölbeschichten nach den bestimmten Umfangslinien zugerichtet.

Durch eine solche Verstärkung der Gewölbe nach den Widerlagern hin erlangt man jedenfalls eine bedeutend grössere Stabilität des Gewölbes, indem hierbei, wenn sonst die Konstruktion des Gewölbes richtig ist, die sogenannte Mittellinie des Drucks, in welcher man alle in einem Gewölbe und auf dasselbe wirkenden Kräfte vereinigt sich denken kann, jedenfalls zwischen der äusseren und inneren Gewölbelinie zu liegen kommen wird. Uebrigens ist damit, abgesehen von den Widerlagern, die Stabilität des Gewölbes noch nicht in allen Fällen vollständig gesichert, wenn die Mittellinie des Drucks innerhalb der beiden Bogenlinien trifft, sondern dieselbe wird nur dann am meisten gesichert sein, wenn die Mittellinie des Drucks sich möglichst der Mitte zwischen dem inneren und äusseren Rande des Gewölbes nähert oder mit derselben zusammenfällt.

Hübsch in Karlsruhe hat zur Bestimmung dieser Mittellinie und gleichzeitig des erforderlichen Gewichts des Bogens an den verschiedenen Punkten,

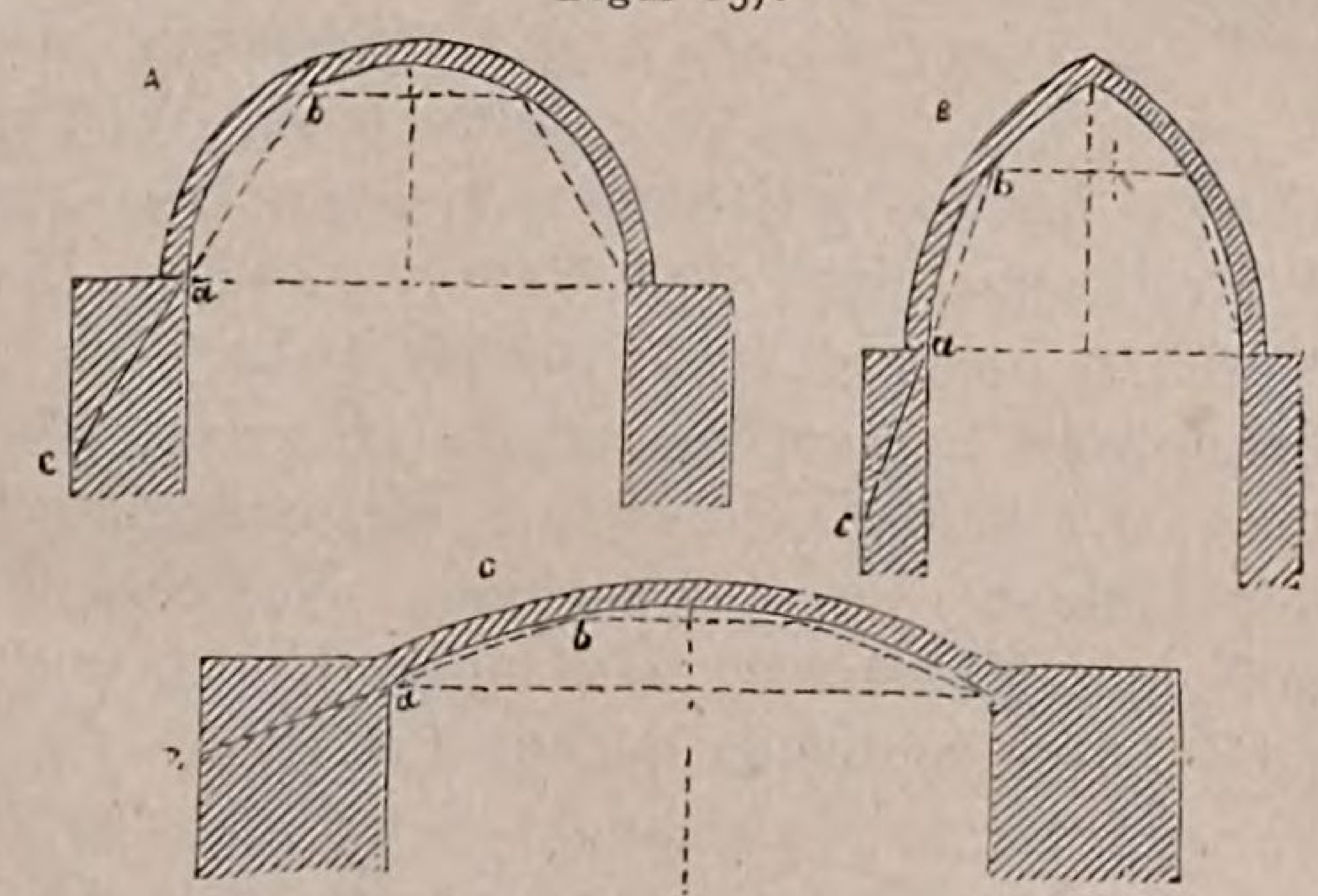
folgendes Verfahren angewendet. Nachdem die Form des Bogens bestimmt war, wurde dieselbe in grossem Maasse auf ein Reissbrett gezeichnet. Dieses kehrte man um, so dass die Horizontalen in ihrer Lage blieben, der Bogen aber nach unten gekehrt war. Nunmehr wurde in den Anfängen des Bogens ein biegsamer Faden befestigt und dieser durch verschiedene angehängte Gewichte so lange belastet, bis er in die Mittellinie der Bogenform fiel. Die an den einzelnen Stellen des Fadens angehängten Gewichte bezeichneten dann diejenige Belastung des Bogens, welche für die bezügliche Stelle gewählt werden musste, um bei der zum Grunde gelegten Form des Bogens das Gleichgewicht desselben herzustellen. Dieses Verfahren wurde von demselben nicht nur bei einfachen Bogen angewendet, sondern auch bei komplizirteren Bogenspannungen und Verstrebungen und wurden darnach dann die Massen der einzelnen Theile bestimmt.

Zur Erhaltung des Gleichgewichts eines Gewölbes ist aber ferner auch durchaus ein hinreichend starkes Widerlager erforderlich; denn die Widerlagsmauern eines Gewölbes können bei nicht genügender Stärke durch Ausweichen in Folge des darauf einwirkenden Horizontaldrucks des Gewölbes nachgeben und kann dadurch der Einsturz des Gewölbes herbeigeführt werden.

Zur Bestimmung der erforderlichen Stärke der Widerlager hat man sich vielfach der Theorie bedient und die Stärke derselben durch Rechnung und auch durch Konstruktion der Mittellinie des Drucks, welche sich bis in das Widerlager fortsetzt, bestimmt, welches Verfahren bei grösseren und wichtigen Bauten und namentlich bei Brückenbauten auch durchaus notwendig angewendet werden muss.

Man hat aber auch die Stärke der Gewölbewiderlager durch Zeichnung zu bestimmen gesucht, auf Grund vorhandener älterer Bauausführungen, welche sich durch die Länge der Zeit bewährt und gut erhalten hatten. Das von *Dérand* angewendete Verfahren zur Bestimmung der Stärke der Widerlager ist in nebenstehenden Figuren 237 A B C näher angegeben.

Figur 237.



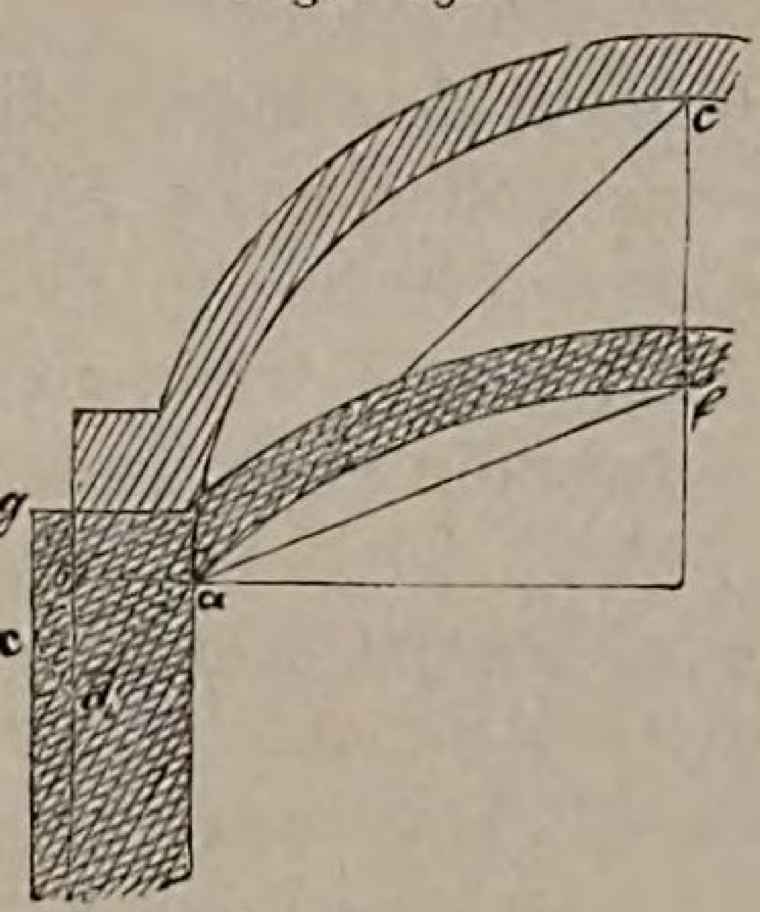
In Figur A ist ein Halbkreisgewölbe dargestellt. Um hier die Stärke des Widerlagers zu finden, theilt man die innere Bogenlinie in drei gleiche Theile, von welchen a b ein Theil ist. Nunmehr verbindet man den ersten Theilpunkt b mit dem Anfangspunkt a des Bogens durch die gerade Linie b a, verlängert dieselbe über a hinaus und macht auf dieser Verlängerung a c gleich a b; zieht man dann durch c die senkrechte Linie c d, so bezeichnet der Abstand dieser Linie von dem Punkte a die gesuchte Stärke des Widerlagers.

In ganz gleicher Weise findet man auch die Stärke der Widerlager in den beiden in den Figuren B und C angedeuteten Fällen, welches daher keiner weiteren Erklärung bedarf.

In den hier angegebenen Fällen lässt sich die Stärke des Widerlagers nach dem hier dargestellten Verfahren auch sehr leicht und einfach durch Rechnung finden; denn, da der Winkel, welchen die Sehne b a jedesmal mit der Horizontalen bildet, bekannt ist oder sich doch in jedem gegebenen Fall

sehr leicht bestimmen lässt, so hat man, wenn dieser Winkel allgemein mit x bezeichnet wird, die Stärke der Widerlager in den verschiedenen Fällen jedesmal gleich a b Cos. x.

Dieses von *Dérand* angegebene praktische Verfahren zur Bestimmung der Stärke der Widerlager liefert jedoch, wie auch schon aus Figur 237 A leicht ersichtlich wird, sehr grosse Resultate, indem hiernach für ein Halbkreisgewölbe das Widerlager den vierten Theil der lichten Weite des Gewölbes zur Stärke erhält. Für kleinere Spannweiten ist diese Methode der Bestimmung der Stärke der Widerlager jedenfalls sehr anwendbar; für grössere Spannweiten jedoch würden dadurch zu bedeutende Stärken für die Widerlager erhalten werden, um so mehr, wenn man berücksichtigt, dass durch die Hintermauerung der Bogenschenkel die Widerlager ebenfalls noch erheblich verstärkt werden.


Figur 238.

Rondelet nimmt dagegen für Halbkreisgewölbe die Stärke der Widerlager etwa gleich $^1/_{10}$ der ganzen lichten Weite des Gewölbes an und gibt dann zur Bestimmung der Stärke der Widerlager für flachere oder überhöhte Gewölbe folgendes Verfahren an, welches in nebenstehender Figur 238 näher dargestellt ist.

In dem Halbkreisbogen, welcher der Weite des flachen oder überhöhten Bogens entsprechend ist, wird der Anfangspunkt des Gewölbes mit dem Scheitelpunkt des Halbkreisbogens durch eine gerade Linie c a verbunden. Diese Linie bildet mit der Horizontalen einen Winkel von 45 Grad. Diese Linie wird über a hinaus verlängert; alsdann trägt man von a nach b die Stärke des Widerlagers eines Gewölbes in vollem Bogen von demselben Durchmesser, worüber *Rondelet* eine besondere Tabelle für Gewölbe von 12 bis 130 Fuss Spannweite entworfen hat (s. *Rondelet* Kunst zu bauen, Band 4 pag. 348 u. s. w.) und zieht durch b die senkrechte Linie b d, welche die Verlängerung der Linie c a in d schneidet. Nunmehr beschreibt man aus dem Punkte a mit dem Halbmesser a d einen Kreisbogen d e und zieht aus dem Scheitelpunkt des fraglichen Bogens die Sehne f a, verlängert dieselbe über a hinaus bis zum Durchschnittspunkt e mit dem Kreisbogen d e, so bestimmt die durch den Punkt e gezogene senkrechte Linie g e in ihrem Abstande von dem Punkte a die gesuchte Stärke des Widerlagers.

Diese Methode der Bestimmung der Stärke der Widerlager für flache oder überhöhte Bogen ist jedenfalls sehr anwendbar, nur nimmt *Rondelet* die zu Grunde gelegte Widerlagsstärke für den Halbkreisbogen zu geringe an. Wie schon angeführt wurde, nimmt *Rondelet* die Stärke der Widerlager für Halbkreisgewölbe etwa $^1/_{10}$ der ganzen Lichtweite des Bogens an. Bei dieser Annahme wird nur Gleichgewicht vorausgesetzt, welches aber durch den geringsten Anlass gestört werden kann, wesshalb es auch notwendig wird, die angegebene Stärke der Widerlager noch zu vergrössern, um über dem Gleichgewichte zu sein. Aber abgesehen davon, sind doch die von *Rondelet* in oben erwähnter Tabelle angegebenen Widerlagsstärken zu gering und ist bei deren Bestimmung jedenfalls zu sehr Rücksicht auf den Widerstand genommen, welcher von der Festigkeit des Mörtels herrührt.

Hierauf darf aber in solchen Fällen nicht zu viel Rücksicht genommen werden, sondern es trägt die Festigkeit des Mörtels zur späteren besseren Erhaltung des Gewölbes bei. Es hat sich sehr deutlich bei der Kuppel der Peterskirche in Rom herausgestellt, wie nachtheilig solches werden kann. Diese Kuppel ist fast ganz aus Ziegelsteinen mit Puzzolanmörtel ausgeführt. Lange Zeit genügte die Kohäsion der Bestandtheile der Kuppel, um das Gleichgewicht derselben zu erhalten. Da sich aber die feinen Mauerrisse, welche durch die kleinen Bewegungen hervorgebracht waren, die durch Einschlagen des Blitzes und durch sonstige Erschütterungen entstanden, sich nach und nach vermehrt und allmälig auch vergrössert hatten, so mussten, um die fernere Zunahme dieser Beschädigungen zu hindern, eiserne Ringe um die unteren Theile der Kuppel gelegt werden.

Die Stärke der Widerlager für Halbkreisgewölbe darf nicht unter $^1/_8$ der lichten Weite des Bogens angenommen werden und ist diese Stärke auch in der letzten Figur zur Anwendung gebracht. In Wohngebäuden werden die Widerlagsmauern der Gewölbe in den meisten Fällen durch gegenstossende Mauern gestützt oder durch die Last der darüber höher geführten Mauern (Umfangsmauern oder innere Mauern) wesentlich verstärkt, und kommt es in diesen Fällen daher meistens vorzüglich auf die Stärke des Gewölbes selbst an. Jedoch findet dieses nicht immer statt, sondern es kommen auch Fälle vor, wo Gurtbogen unmittelbar gegen die Umfangsmauern gestützt sind. Haben hier die Umfangsmauern keine genügende Stärke, so werden dieselben trotz der darüber höher geführten Stockwerksmauern, an dieser Stelle, wo die Gurtbogen gegen dieselben stossen, nach Aussen gedrängt werden und es entstehen dann in der Höhe der Anfänger der Gurtbogen Ausbauchungen in den Umfassungsmauern und notwendig auch Risse in den Gurtbogen selbst. Unter solchen Umständen wird demnach auch nicht die grössere Belastung der Widerlagsmauern genügen, sondern es ist eine unmittelbare Verstärkung der Widerlager selbst erforderlich, welche dadurch beschafft wird, dass mit der Umfangsmauer gleichzeitig ein vorliegender mit dem übrigen Mauerwerk in Verband aufgeführter Pfeiler in der Breite der Bogendicke hergestellt werde, auf welchem der Bogen dann unmittelbar sein Widerlager erhält.

In dem Werke Resumé des leçons d'un cours de construction von *Sganzin* findet man ebenfalls Tabellen über die Stärken der Widerlager bei verschiedenen Höhen derselben und zwar für Halbkreisbogen-Gewölbe und für um ein Dritttheil gedrückte Gewölbebogen. In diesen Tabellen sind nun zwar die Widerlagsstärken nur für Brückengewölbe berechnet; allein wenn auch im vorliegenden Falle von Brückengewölben keine weitere Rede ist, sondern hier nur solche Gewölbe in Betracht gezogen werden, wie sie bei Landbauten vorkommen, so können die in den erwähnten Tabellen angeführten Werte für die verschiedenen Widerlagsstärken doch auch hier bis zu einer bestimmten Grenze Anwendung finden. Nach *Sganzin* ist die Widerlagsstärke bei kleineren Halbkreisgewölben bis zu einer Spannweite von 3,9 Meter gleich $^1/_4$ bis $^1/_3$ der lichten Weite angegeben; bei grösseren Gewölben variirt die Widerlagsstärke von $^1/_5$ bis $^1/_7$ der lichten Weite. Bei gedrückten Gewölben variirt die Widerlagsstärke von $^1/_4$ bis $^1/_6$ der lichten Bogenweite.

Da aber die in Gebäuden ausgeführten Gewölbe niemals einen solchen Druck auszuhalten haben, und überhaupt auch nicht solchen Druck ausüben, als dieses bei Brückengewölben der Fall ist, so ist es auch selbstverständlich, dass bei ersteren Gewölben die Höhe des Schlusssteins nicht nur, sondern

auch die übrige Stärke des Gewölbes selbst erheblich geringer angenommen werden kann und wird, wodurch aber gleichzeitig auch ein erheblicher Theil des sonst stattfindenden Seitendrucks des Gewölbes, wie z. B. bei Brückengewölben der Fall ist, wegfällt. Die grössere oder geringere Stärke eines Gewölbes ist nun zwar sehr von der Beschaffenheit des zu verwendenden Materials abhängig, aus welchem das Gewölbe hergestellt werden soll und je fester das zu verwendende Material ist, um so schwächer kann auch verhältnissmässig das Mauerwerk des Gewölbes werden. Man sollte aber dennoch, wie dieses auch schon oben angeführt wurde, wenn sie auch nicht weiter belastet werden und nur leichte Gewölbe sind, die Schlusssteinhöhe nie geringer als 0,0208 d + 0,25 Fuss nehmen. Ein geringeres Maass für Schlusssteine, wie z. B. die oben angeführte Formel von *Rondelet* e = 0,0104 d + 0,25 Fuss würde, wie auch schon angeführt, die Kantsteingewölbe anzeigen, welche aber unbedingt zu wenig Festigkeit haben und hierbei die ganze Festigkeit des Gewölbes wesentlich nur auf die Tüchtigkeit des verwendeten Mörtels beruht.

Als Grund für die Anwendung dieser Formel führt *Rondelet* an, dass das Gewölbe des Portals der Genovevenkirche in Paris bei einem Durchmesser von 58 Fuss nur 8 Zoll Dicke in der Mitte des Schlusssteins habe, dagegen die doppelte Dicke in der Gegend, wo es von dem unbedeckten Innern der Widerlager abgehe. Dieses Gewölbe ist von sorgfältig behauenen sehr festen Sandsteinen ausgeführt und würde in Bezug auf dieses Beispiel die erwähnte Formel sehr nahe mit der hier angegebenen Stärke des Schlusssteins übereinstimmen, indem nach derselben die Stärke des Schlusssteins 0,0104 · 58 + 0,25 Fuss = 10,2 Zoll statt 8 Zoll hätte sein müssen. Dieses gibt aber durchaus nicht den Beweis, dass nunmehr auch diese Formel für Ziegelgewölbe anwendbar ist; denn es ist nicht allein die Festigkeit des Sandsteins bedeutend grösser als diejenige des Ziegelsteins, sondern es ist bei dem Sandsteingewölbe die Anzahl der Lagerfugen sehr bedeutend geringer als bei einem Ziegelgewölbe und in Folge dessen ist auch die durch die hierbei statthabende Pression entstehende Bewegung grösser als bei einem solchen Gewölbe aus sorgfältig behauenen grösseren Sandsteinen.

Was nun die Stärke der Widerlager der Gewölbe betrifft, so darf diese, wie auch schon oben erwähnt wurde, je nach der grösseren oder geringeren Höhe der Widerlager nicht geringer als $^1/_8$ der lichten Spannweite der Gewölbe genommen werden. Wenn es nun auch sehr schwierig ist, hier eine bestimmte Grenze zu ziehen, so ist es jedenfalls doch immer besser etwas mehr zu thun als zu wenig, indem einmal begangene Fehler aus übergrosser Sparsamkeit sich schwerlich wieder verbessern lassen. Unter allen Umständen ist aber die von *Rondelet* angegebene Stärke der Widerlager zu $^1/_{10}$ der lichten Spannweite zu gering, und bedingt diese Annahme schon die Anwendung von vorzüglichem Material, welches aber nicht immer und an allen Stellen vorhanden ist. Ferner aber ist auch nicht anzunehmen, dass das zu einem und demselben Bau verwendete Material stets von gleicher Güte ist, und daher ist es um so mehr bedingt, dass man bei Bestimmung der Stärke der Widerlager von Gewölben, diese grösser annimmt, als das Gleichgewicht solche eben erforderlich macht.

Bisher war nur von geraden Gewölben die Rede und lassen sich obige Bestimmungen nicht ohne Weiteres auch auf alle übrigen Gewölbe in Anwendung bringen.

Es sind zunächst die Kreuzgewölbe zu betrachten. Diese unterscheiden

sich, wie auch schon oben weiter ausgeführt wurde, sehr wesentlich von den Kreuzkappengewölben. Bei den Kreuzgewölben, welche aus zwei sich durchschneidenden Tonnengewölben gebildet sind, laufen die einzelnen Wölbschichten sämmtlich parallel mit den ihnen zugehörigen Widerlagern und schneiden sich die einzelnen Schichten in den verschiedenen hier entstehenden Graten unter denselben Winkeln, wie die zugehörigen Mittellinien der betreffenden Gewölbe sich schneiden. Diejenigen Theile dieser Gewölbe, welche die Oeffnungen oder Kappen bilden und sich in den entstehenden Graten treffen, erhalten ihren Stützpunkt in diesen vorspringenden Graten, welche, wie schon erwähnt, durch das Durchschneiden der beiden Tonnengewölbe gebildet werden und unterstützen sich hier diese Gewölbetheile gegenseitig, ohne dass aber die vorspringenden Grate den Druck besonders auf ihre Anfangspunkte leiten, sondern es wird der Gesammtdruck in allen Fällen immer auf die mit den Wölbschichten parallel laufenden zugehörigen Widerlager hingeleitet und kommt es hier demnach, um die hier stattfindende gegenseitige Spannung nicht zu stören, sehr wesentlich auf einen tüchtigen Mauerverband in den Graten an. Bei Bestimmung der Stärke der Schlusssteine, sowie der Stärke der Gewölbe selbst, ist zunächst in Betracht zu ziehen, welche Zwecke durch Anordnung dieser Gewölbe erzielt werden sollen. Bringt man diese Gewölbe über Lagerkeller an, und werden darüber noch Lagerräume zum Lagern schwerer Waaren eingerichtet, so hat die Erfahrung hinlänglich bewiesen, dass für solche Fälle die Stärke eines ganzen Steins vollständig genügt, um allen eventuellen Nachtheilen durch etwa entstehende Erschütterungen von oben her, Widerstand zu leisten. Hinsichtlich der Stärke der Widerlager gilt das oben Angeführte. Auf den inneren Gewölbepfeilern heben sich die Wirkungen der verschiedenen darauf treffenden Gewölbetheile gegenseitig auf und hat man hier nur Sorge dafür zu tragen, dass die Pfeiler eine genügende Stärke erhalten, um dem lothrechten Druck vollständig Widerstand zu leisten.

Was die Kreuzkappengewölbe betrifft, so unterscheiden sich diese Gewölbe schon ganz wesentlich durch die Art ihrer Ausführung von den eigentlichen Kreuzgewölben. Die Kreuzkappengewölbe bestehen aus den Gratbogen (Ribben), die sich nach diagonaler Richtung im Mittelpunkt des zu überwölbenden Raumes schneiden und deren einzelne Wölbschichten immer rechtwinkelig auf die zugehörigen Diagonalen treffen. Die dabei entstehenden dreieckigen Felder oder Oeffnungen werden mit besonderen Kappen ausgefüllt, die sich auf den betreffenden Gratbogen und gegen die zugehörigen Schildmauern oder Gurtbogen stützen und entweder gleichzeitig mit den Gratbogen und mit diesen in gehörigem Verbande gemauert, oder nach vollständigem Schluss der Gratbogen für sich ausgeführt werden. Dieses letztere findet zwar in sehr seltenen Fällen statt. Hier nehmen also die Gratbogen den Druck der zwischengewölbten Kappen auf, und sind daher hauptsächlich die Eckpfeiler, worauf sich die Gratbogen aufsetzen, zu berücksichtigen, indem dieselben hier als Hauptwiderlager zu betrachten sind. Ferner aber müssen auch die Stirnmauern oder Gurtbogen in Betracht gezogen werden, weil diese den einzuwölbenden Kappen ebenfalls als Widerlager dienen. Den wesentlichsten Druck aber haben jedenfalls die Gratbogen und in Folge dessen auch die Gewölbe- oder Eckpfeiler aufzunehmen. Da nun die Gratbogen jedesmal von beiden Seiten den Seitendruck der gegengewölbten Kappen aufnehmen und in dieser Beziehung daher auch Gleichgewicht vorhanden ist, so ist nur noch derjenige Seitendruck in Betracht zu ziehen, welchen die Gratbogen mit ihrer Belastung

auf die bezüglichen Widerlager ausüben. Hieraus lässt sich nun auch hinreichend der Unterschied zwischen den Kreuzgewölben und den Kreuzkappengewölben entnehmen. Es ist nicht nur, dass bei letzteren Gewölben der Druck sich in den Graten fortpflanzt, sondern es erleiden auch die Stirnmauern hier einen Seitendruck, welches aber bei den Kreuzgewölben überall nicht stattfindet.

Ohne nun weiter auf theoretisches Kalkül einzugehen, soll hier angeführt werden, dass man bei gewöhnlichen Abmessungen als genügend annimmt, wenn die Widerlagsstärke gleich $^1/_6$ bis $^1/_8$ der lichten Diagonalweite wird. Diese Stärke genügt um so mehr, da bei dergleichen Gewölben, wenn sie bei Unterkellerungen von Gebäuden angewendet werden, in der Regel noch Mauern über sich haben, welche durch ihr Gewicht noch zur Verstärkung der Widerlager erheblich mitwirken. Hiernach lässt sich ohne grosse Schwierigkeit die Stärke eines Pfeilers ermitteln, wenn man ein Quadrat zeichnet, dessen Seite gleich $^1/_6$ resp. $^1/_8$ der lichten Diagonalweite des zu überwölbenden Raumes beträgt.

Es ist aber nicht erforderlich, dass die Umfangsmauern eines solchen zu überwölbenden Raumes in ihrer ganzen Ausdehnung die für die Gratbogen bestimmte Widerlagsstärke erhalten, sondern man kann auch diese Stärke durch vorgelegte Pfeiler an den Stellen, wo die Gratbogen sich aufsetzen, herstellen. Diese Pfeilervorlagen findet man vornehmlich häufig bei den sogenannten Kreuzkappengewölben, wo dieselben in ihrer Profilirung fortgesetzt, dann die Graten und Ribben des Gewölbes bilden. Auch durch horizontale Auskragungen der unteren Schichten an den Anfängern der Gratbogen, statt Mauerung derselben mit Radialfugen, kann man die Widerlager nicht unerheblich verstärken; denn nicht allein erreicht man dadurch, dass nunmehr der Gratbogen in seiner vollen Stärke angelegt werden kann, sondern es wird dadurch auch die Spannweite des Bogens selbst um so viel vermindert, als die Auskragung aus der vertikalen Fläche der Mauer vortritt.

Dasselbe findet auch statt, wenn bei Tonnengewölben die Widerlager oder die unteren Schichten der Gewölbeanfänge ausgekragt werden, wie dieses oben in § 52 näher beschrieben und in den Figuren 189 und 191 näher dargestellt ist. Es wird hierdurch der Schwerpunkt des Widerlagers mehr nach dem Inneren gerückt und dadurch die Stabilität desselben jedenfalls vergrössert. Diese vergrösserte Stabilität ergibt sich in beiden Fällen, ob man das Widerlager durch horizontales Auskragen der einzelnen Mauerschichten vorrückt, wie in Figur 189 angegeben ist, oder ob man die unteren Schichten der Bogenmauerung selbst horizontal auskragt, wie Figur 191 zeigt, wo das Ueberkragen nach der Bogenlinie des Gewölbes ausgeführt ist. Durch diese Anordnung bezweckt und erreicht man jedenfalls, dass die Mauern ein grösseres Bestreben erhalten, nach Innen gezogen als nach Aussen geschoben zu werden, indem hierdurch, wie schon erwähnt, der Schwerpunkt des Widerlagers mehr nach dem Inneren zugerückt und somit das statische Moment desselben vergrössert wird. Es ist hierbei aber durchaus erforderlich, dass die Mauer und die auskragenden Schichten in einem durchaus tüchtigen Verbande aufgeführt werden, so dass beide Theile als ein Ganzes angesehen werden können.

Wollte man bei der in Figur 190 angedeuteten Konstruktion statt der unteren Wölbschichten eine horizontale Auskragung der unteren Anfängerschichten zur Anwendung bringen, so würde man nicht nur keine Verstärkung der Widerlager dadurch erhalten, sondern man würde sogar Gefahr laufen, dass nach Wegnahme des Lehrgerüstes die Last des Gewölbes diese Aus-

kragung herunterdrücken würde, in Folge dessen das Gewölbe einstürzen würde.

Dieses kann aber nicht stattfinden, sobald die Ueberkragung mit dem übrigen Mauerwerk fest verbunden und dieselbe in ihrer Gesammtheit nicht weiter vorgerückt ist, dass sie in ihrem Schwerpunkt mit Einschluss der Hintermauerung, noch vollständig unterstützt wird. Es kann hierbei selbstredend nicht jeder einzelne Stein in Betracht gezogen werden, sondern es muss der ganze übergekragte Mauerkörper mit dem übrigen Mauerkörper so in Verband aufgeführt werden, dass beide Theile ein Ganzes bilden. Dagegen würde bei dem in Figur 190 dargestellten Fall, sobald eine Auskragung horizontaler Schichten hergestellt werden sollte, diese schon nach Innen fallen, wenn der Schwerpunkt dieser Auskragung nicht mehr unterstützt wäre.

Es ist nun sehr schwierig und wol schwerlich mit genügender Genauigkeit zu bestimmen, bis zu welcher Ausdehnung man eine solche Auskragung ausführen darf und namentlich ist es desshalb schwierig, weil man die Festigkeit des Mörtels bei Anwendung von Ziegelsteinen nicht in dem Maasse bestimmen kann, als hier notwendig erforderlich wäre, die äusserste Grenze der Auskragung festzustellen. Hat man Material aus grossen und festen Steinen bestehend, welche lang genug sind, um beim Ueberkragen des Steins nach einer Seite hinaus den Schwerpunkt desselben noch völlig unterstützt zu erhalten, so ist es weniger schwierig, in jedem besonderen Falle hierfür eine Grenze festzustellen. Wenn nun auch bei Ziegelmauerwerk die horizontale Auskragung der unteren Wölbschichten oder des Widerlagers trotz der Vermauerung mit Portland-Zement oder anderen stark bindenden Zementmörtel doch niemals so bedeutend hergestellt werden kann, als dieses bei Anwendung grosser Steine (Sandstein oder Granit) möglich ist, so ist es dennoch immer schon ein erheblicher Vortheil, wenn man eine solche Auskragung, wenn auch in geringerem Grade, anwenden kann.

In vielen Fällen ist es aber sogar durchaus notwendig, die unteren Schichten horizontal auszukragen, namentlich bei Gewölbeanfängen über Mittelpfeilern, die verhältnissmässig nur einen geringen Querschnitt haben, oder auch bei solchen Pfeilern, über welchen in den darüber liegenden Stockwerken andere Tragpfeiler aufgestellt werden, welche letztere dann mit ihrer Belastung unmittelbar als Keil auf die Mauerung der Gewölbeschenkel drücken würden und wodurch leicht ein Ausweichen dieser letzteren veranlasst werden kann, wie dieses weiter oben bei dem in Figur 196 erwähnten Fall näher angedeutet ist. Bei Herstellung dieser Auskragungen ist aber dann die Einhaltung eines guten und richtigen Mauerverbandes durchaus erforderlich, und es ist namentlich darauf zu sehen, dass die ausgekragten Steine oder einzelnen Schichten stets genügend unterstützt sind, damit nicht ein Ueberkippen oder Abbrechen derselben erfolgen kann.

Bei Kappengewölben, wo die einzelnen Kappen zwischen Gurtbogen eingewölbt werden, hat man zunächst die Stärke der Gurtbogen insofern in Betracht zu ziehen, dass sie dem Druck des Gewichts der gegenzuwölbenden Kappen widerstehen können. Es ist daher bei Bestimmung der Stärke der Gurtbogen, sowie auch der Widerlager derselben, das Gewicht der Kappenmauerung mit in Betracht zu ziehen. Werden über solchen Gurtbogen noch Mauern aufgeführt, so ist auch das Gewicht dieser Mauern mit zu berücksichtigen. Erleidet ein einzelner Gurtbogen ferner nur von einer Seite her einen Druck der gegengewölbten Kappe, so ist auch dieses im hohen Grade

zu berücksichtigen und muss in diesem Falle dann die Breite des Gurtbogens (im Querschnitt) vergrössert werden. Dieses wird aber nicht immer in allen Fällen zureichend sein, oder es wäre denn, dass der Querschnitt des Bogens sehr bedeutend vergrössert würde. Ist dieses aber nicht der Fall, so ist es jedenfalls zweckmässig, dem Gurtbogen nach seiner Länge in horizontaler Richtung eine der Kappe zugekehrte wenig gekrümmte Bogenlinie zu geben, oder wie in der gewöhnlichen Maurersprache ausgedrückt wird, den Gurtbogen mit Busung zu mauern.

Allein in den meisten Fällen nehmen die Gurtbogen von beiden Seiten den Druck der gegengewölbten Kappen auf, so dass also in dieser Beziehung dann Gleichgewicht vorhanden ist.

Da nun die Umfangsmauern, gegen welche die Gurtbogen ihre Widerlager erhalten, in den meisten Fällen höher aufgeführt werden, so wirkt dann auch die Last der höher aufgeführten Mauern zugleich noch mit als Verstärkung der Widerlager und hat man daher in diesen Fällen jedenfalls noch eine grössere Sicherheit. Aber dennoch ist es in solchen Fällen sehr zweckmässig und häufig sogar notwendig, dass der Gurtbogen nicht in der Mauer selbst unmittelbar sein Widerlager erhält, sondern es muss dasselbe durch einen vorgelegten mit der Mauer gleichzeitig aufgeführten und verbundenen Pfeiler in der Querschnittsbreite des Gurtbogens hergestellt werden, weil sonst, wie dieses auch schon oben erwähnt, an dieser Stelle in der Mauer leicht eine Ausbauchung entstehen kann, womit aber dann gleichzeitig ein Ausweichen des Gurtbogens verbunden ist. Die Stärke des Widerlagers nimmt man mit Einschluss des vorliegenden Pfeilers etwa gleich $^1/_6$ der lichten Spannweite des Gurtbogens.

Sollen aber diese Gewölbe nicht als Kellergewölbe ausgeführt werden, deren Umfangsmauern in den meisten Fällen zum grossen Theil noch unter dem Niveau des äusseren Terrains liegen und in welchem Falle die äusserlich gegenliegende Erde noch einen erheblichen Gegendruck verursacht, sondern sollen die überwölbten Räume ganz über der Erde ausgeführt werden, so muss man, wenn die Widerlager der Gurtbogen, nämlich die Umfangsmauern nicht in der erforderlichen Stärke hergestellt werden sollen, um etwa Kosten zu ersparen oder Raum zu gewinnen, zur Verstärkung der Widerlager sich der Eisenverbindungen bedienen in ähnlicher Weise, wie dieses in Figur 174 angedeutet ist.

Soll aber die erforderliche Stärke der Widerlager durch Mauern mit vorliegenden Pfeilern hergestellt werden, so darf man die Stärke derselben nicht kleiner als $^1/_6$ der lichten Spannweite des betreffenden Gurtbogens annehmen.

In diesen zuletzt erwähnten Fällen ist aber auch der Seitenschub der einzuwölbenden Kappen mehr zu berücksichtigen. Der Seitenschub dieser Kappen gegen die Gurtbogen ist, weil gegen letztere von beiden Seiten der Schub der gegengewölbten Kappen wirkt, im Gleichgewicht; gegen die Seiten- oder Umfangsmauer wirkt aber der Schub der Kappe nur einseitig. Da jedoch bei Anwendung solcher Gewölbe schon gleich anfangs angenommen wird, dass die Kappen ausser ihrer eigenen Last keine weitere erhebliche Belastung zu tragen erhalten und dieselben daher auch möglichst leicht ausgeführt werden, so kommt man genügend aus, wenn man den Seitenmauern $^1/_6$ der lichten Kappenweite gibt, zumal, wenngleich auch die Gewölbe ganz über der Erde zu liegen kommen, doch gewöhnlich ein Dach darüber hergestellt wird und

dann die durchgelegten horizontalen Dachbalken als Verankerungen der Umfangsmauern dienen. Ist dieses aber nicht der Fall und ist ferner auch bestimmt vorausgesetzt, dass die Gewölbe noch eine weitere Belastung zu tragen erhalten sollen, so ist bei Bestimmung der Stärke der Gewölbe und der zugehörigen Widerlager jedenfalls darauf besonders Rücksicht zu nehmen. Allein es lässt sich dann auch hierbei ohne die Widerlagsmauern bis zu der bestimmten Dicke verstärken zu müssen, sehr zweckmässig eine Seitenverankerung mittelst durchgehender Eisenverbindungen anwenden, ähnlich, wie solches in Figur 174 angedeutet ist.

Beim Klostergewölbe sind die Graten einspringend, entgegen gesetzt wie beim Kreuzgewölbe.

Nimmt man nun an, dass ein solches Klostergewölbe über einen quadratischen Raume ausgeführt werden soll, so erhält man vier Gewölbetheile von dreieckiger Form, welche ihre grösste Seite zur Basis erhalten, während aber bei den Kreuzgewölben die ebenfalls dreieckig geformten Gewölbtheile wesentlich nur auf ihren Spitzen ruhen und daher bei diesen letzteren das Gewicht auf ihren Stützpunkten in grösserem Verhältniss zunimmt, dagegen bei dem Klostergewölbe der Druck nicht auf einzelne Punkte sondern auf eine grössere Länge des Widerlagers vertheilt wird. Auch tritt bei dem Klostergewölbe ferner noch der sehr wesentliche Vortheil hervor, dass die in den Winkeln oder Graten zusammenstossenden Gewölbetheile gegenseitig sich direkt unterstützen und die Länge der Gewölbeschenkel erst bis nach dem Scheitel des Gewölbes hin am grössten wird, an welcher Stelle daher auch der grösste Druck entstehen muss. Bei den Kreuzgewölben reduzirt sich aber der ganze Druck jedesmal auf die schmalen Widerlager und wird in den Graten durch die gegenseitige Spannung erhalten; es sind hier nicht die sogenannten Kreuzkappengewölbe verstanden, bei welchen die Kappen sich gegen die Kreuzgraten stützen und diese den ganzen Druck des Gewölbes zu widerstehen haben.

Bei einem Klostergewölbe müsste daher bei Bestimmung der Widerlagsstärke für dasselbe, das Widerlager in der Mittellinie des Raums jedesmal die grösste Stärke erhalten und könnte dann von hier aus nach den Ecken hin die Stärke der Widerlager erheblich abnehmen, weil auch die Gewölbetheile nach diesen Richtungen hin immer kleiner werden. Da aber die hierdurch entstehende Grundform der Widerlagsmauern jedenfalls eine sehr unpassende werden würde, so bestimmt man die Stärke der Widerlagsmauern an der betreffenden Stelle in der Mitte des Gewölbes und gibt denselben dann in ihrer ganzen Ausdehnung eine gleiche Stärke. Auch die Gewölbestärke würde nach den Ecken hin abnehmen können, weil die sich gegenseitig stützenden Gewölbetheile nach diesen Richtungen hin kürzer werden. Allein der Regelmässigkeit halber und weil die Ausführung dadurch nur würde erschwert werden können, wird auch gewöhnlich hiervon abgesehen und gibt man dem Gewölbe in den gleichliegenden Abschnitten meistens die gleiche Stärke.

Es ist übrigens hieraus leicht zu erkennen, dass diese Vorzüge des Klostergewölbes in dem Verhältniss sich vermindern, als die Grundform nicht mehr regelmässig gleichseitig ist, sondern länger als breit wird, indem dann die zusammenstossenden Gewölbetheile sich nicht mehr in der ganzen Ausdehnung der längeren Seite in den Graten so vollständig unterstützen, sondern dann dieser mittlere Theil des Gewölbes über der längeren Seite mehr oder weniger als ein Tonnengewölbe wirkt und demnach in diesem Falle auch nur als ein solches betrachtet werden muss.

Bei den Klostergewölben über quadratischer Grundform findet, wie oben angeführt wurde, der geringste Seitendruck in den Ecken statt; dasselbe ist aber auch der Fall, wenn die Grundform des Gewölbes ein regelmässiges Sechseck oder Achteck ist und da in diesen Fällen die Seiten kleiner werden und daher auch die festen Ecken einander näher gerückt sind, so muss auch bei diesen Gewölben der Seitendruck auf die Widerlager sich ebenfalls verhältnissmässig vermindern. Bei denjenigen Klostergewölben aber, deren Grundform kein Quadrat sondern ein Oblongum ist, werden in den langen Seiten die festen Ecken von einander entfernt und es kann daher auch kein gleichmässiger Seitendruck auf die vier Seitenmauern entstehen, wie dieses bei den Gewölben über quadratischer Grundform der Fall ist. Es findet demnach, wie auch schon oben angeführt ist, bei solchen über oblongen Grundformen hergestellten Gewölben bei Bestimmung der Stärke der Widerlager und der Gewölbestärke dieselbe Annahme Anwendung, wie bei den Tonnengewölben. Bei gleichseitiger regelmässiger Grundform genügt es dagegen, wenn man die Stärke der Widerlager gleich zwei Dritttheile derjenigen Stärke annimmt, welche für ein Tonnengewölbe von gleicher Höhe und Spannweite sich ergeben würde.

Schliesslich bleibt hier noch zu bemerken, dass da, wie aus Obigem hervorgeht, bei Klostergewölben der grösste Druck stets gegen die Mitte der Seitenmauern stattfindet, soviel als möglich vermieden werden muss, an diesen Stellen grössere Oeffnungen in der Mauer herzustellen, oder im Fall solches dennoch nicht zu vermeiden ist, muss besondere Rücksicht darauf genommen werden, indem man an dieser Stelle die Mauer durch vorgelegte Pfeiler wieder verstärkt, welche dann Theile der äusseren oder inneren Architektur bilden können. Wird der zu überwölbende Raum ringsum durch gegen aufgeführte andere Gebäude oder Bautheile umgeben, so ist es weniger erforderlich darauf Rücksicht zu nehmen, indem dann die Mauern dadurch eine genügende Stützung wieder erhalten.

Auch bei diesen Klostergewölben darf die Hintermauerung der Gewölbeschenkel nicht fehlen, um ein Ausdrücken derselben durch den Spiegel des Gewölbes zu verhindern. Dieses Ausdrücken ist nun zwar nicht in dem Grade zu erwarten, wie dieses bei Tonnengewölben stattfindet, weil dasselbe schon erheblich durch die stattfindende Stützung in den Graten verhindert wird, aber dennoch ist eine solche Hintermauerung erforderlich.

Dem Klostergewölbe schliesst sich unmittelbar das Kuppelgewölbe an; denn denkt man sich ein Klostergewölbe über einem regelmässigen Vieleck von unendlich vielen Seiten, so ergibt sich daraus leicht unmittelbar das Kuppelgewölbe.

Hier erhält man ebenfalls, wenn man sich das Gewölbe durch Vertikalebenen, die durch den Scheitelpunkt desselben gezogen sind, getheilt denkt, eine Menge dreieckiger Gewölbetheile, deren Spitzen sämmtlich im Scheitelpunkt des Gewölbes zusammenlaufen und deren Grundflächen auf den Widerlagern ruhen. Es ist aber insofern hier ein wesentlicher Unterschied zwischen einem Klostergewölbe und Kuppelgewölbe anzunehmen, dass bei dem letzteren sich keine Graten ergeben, sondern dasselbe überall in jeder Höhe in kreisrunden horizontalen Schichten abschliesst. Diese kreisrunden horizontalen, jedesmal vollständig in sich abgeschlossenen Schichten hindern nun zwar das Hineinfallen derselben in den inneren Raum des Gewölbes, welcher Umstand namentlich wol mehrfach zu der Behauptung Veranlassung gegeben hat, dass dieserhalb beim Bau der Kuppelgewölbe die verhältnissmässige Unterstützung

derselben nicht in dem Grade zu berücksichtigen erforderlich sei, als dieses bei anderen Gewölben notwendig geschehen müsse, weil durch den horizontalen Abschluss jeder einzelnen Schicht beim Kuppelgewölbe kein weiterer Seitendruck entstehe. Allein diese Annahme hat sich durchaus nicht als richtig erwiesen. Um Gleichgewicht zu erhalten, muss jedenfalls Sorge dafür getragen werden, dass, zumal bei grösseren Kuppelgewölben, der untere Theil derselben in solcher Stärke hergestellt werde, dass er dem Druck des oberen sehr flachen Theils des Gewölbes vollständig widerstehen könne und nicht auswärts gedrängt werde. Der Bruch eines Kuppelgewölbes kann nun zwar nicht in der Weise erfolgen, wie solches bei einem Tonnengewölbe stattfindet, sondern es werden die in dem Gewölbe entstehenden Risse mehr oder weniger fortlaufend in den Widerlagsmauern sich bilden, und es muss somit in diesem Falle notwendig eine Verschiebung der einzelnen Steinschichten selbst eintreten. Wenn nun die Steine, woraus die einzelnen Schichten zusammengesetzt sind, gross und mit versetzten Fugen gehörig gelagert sind, so müssen dieselben erst selbst brechen, bevor der Bruch des Gewölbes erfolgen kann. Hierauf darf aber bei Bestimmung der Mauerstärken keinerlei Rücksicht genommen werden, um so weniger, da der Widerstand der zum Gewölbe zu verwendenden Steine, sowie auch die Adhäsionskraft des zu verwendenden Mörtels zu den Steinen nicht genügend in Rechnung gebracht werden kann. Bei Kuppelgewölben, die aus Ziegelsteinen hergestellt werden, kann dieser eben erwähnte Umstand in keiner Weise in Betracht gezogen werden.

Die Annahme, dass ein Kuppelgewölbe über einen kreisrunden Raum keinen weiteren Seitendruck ausübe, ist, wie auch schon erwähnt wurde, keineswegs richtig. Bei der Kuppel der Peterskirche in Rom hat sich dieses auch hinlänglich gezeigt, und war man, wie auch schon oben angeführt wurde, hier genötigt, zur Verhinderung eines weiteren Ausweichens der Kuppel eiserne Ringe um die unteren Theile derselben herum anzubringen.

Rondelet gibt in Betreff der nötigen Gewölbestärke die Resultate vieler Untersuchungen, die er bei Gewölben dieser Art angestellt hat.

Bei der Kuppel des Pantheon in Paris, welche 73 Fuss Durchmesser hat, fand er die Stärke der Kuppelmauerung am Kämpfer 26 Zoll und im Scheitel 13 Zoll und nahm die Stärke der Mauerung von unten nach oben hin gleichmässig verjüngt ab, so dass also die mittlere Dicke der Gewölbemauerung $19^1/_2$ Zoll oder den 45sten Theil des Durchmessers des Gewölbes betrug.

Bei vielen anderen Kuppeln, die aus Ziegelsteinmauerwerk bestanden, fand derselbe, dass ihre Stärke von $^1/_{10}$ bis auf $^1/_{24}$ des zugehörigen Durchmessers der Kuppel abnahm. Hieraus schliesst nun derselbe, dass ein Gewölbe, welches in der Mitte $^1/_{24}$ des Durchmessers zur Stärke habe, sich erhalten werde, wenn die untere Stärke am Kämpfer um $^1/_3$ dieser mittleren Stärke vergrössert und die obere Stärke am Scheitel um $^1/_3$ vermindert werde. Es würde hiernach also die untere Stärke der Kuppelmauerung $^1/_{18}$ des Durchmessers betragen müssen, dagegen die obere Stärke im Scheitel $^1/_{36}$ des Durchmessers. Dass eine solche Verstärkung des unteren Theils der Kuppelmauerung durchaus notwendig ist, liegt klar auf der Hand; denn wollte man die Kuppelmauerung in ihrer ganzen Ausdehnung von gleicher Stärke ausführen, so würde man kein Gleichgewicht erhalten und in diesem Falle würde der untere Theil des Gewölbes dem Druck des oberen flacheren Theils desselben durchaus nicht genügend widerstehen können.

Um ein Auswärtsdrängen des unteren Theils einer Kuppelwölbung durch die oberere Kalotte derselben genügend zu verhindern, ist auch hier die Anordnung der Hintermauerung erforderlich, welche dann einmal zur Herstellung des erforderlichen Gleichgewichts der Kuppelmauerung noch weiter beiträgt; ferner aber erreicht man auch den Zweck, die Widerstandsfähigkeit der Widerlagsmauer durch das Gewicht dieser Hintermauerung noch wesentlich zu vergrössern.

Ist die Kuppel in vollständigem Gleichgewicht aufgeführt, so kann man ohne das vorhandene Gleichgewicht zu stören oder aufzuheben, dieselbe nach einer horizontalen Ringebene abschliessen und den oberen Theil der Kuppel ganz fehlen lassen, da die einzelnen Schichten immer in sich selbst und in horizontalen Ebenen abschliessen. Es wird hierdurch noch der Vortheil erreicht, dass nunmehr die fehlende Kalotte nicht mehr den bedeutenden Seitendruck auf das übrige Kuppelmauerwerk ausüben kann. Bei grösseren Kuppeln, die nicht weiter durch ein besonderes hergestelltes Dach überdacht werden, benutzt man diese im Scheitel hergestellte Oeffnung, um darüber eine sogenannte Laterne zu errichten, welche dann nicht allein zum Schutz gegen äussere Einwirkung, sondern auch als Lichtöffnung dient. Bei der Herstellung einer solchen Laterne hat man übrigens dann auch das Gewicht derselben zu berücksichtigen und zwar insofern, dass wenn auch bei Herstellung der Lichtöffnung durch das nunmehr fehlende Mauerwerk der Kuppel ein Ausdrängen des unteren Theils derselben nicht weiter veranlasst werden kann, doch die untere und mittlere Gewölbestärke stets eine solche werden muss, dass sie dem Druck des oberen Theils des Gewölbes bis zu der Lichtöffnung mit Einschluss des Gewichts der darüber aufgestellten Laterne genügend widerstehen kann, wobei aber auch ausserdem noch Rücksicht auf die Seitenwirkungen genommen werden muss, welche durch Wind oder Sturm veranlasst werden.

Was die Stärke der Widerlager betrifft, so bestimmt man dieselbe etwa gleich $^1/_6$ des inneren Durchmessers der Kuppel. Eine solche Stärke ist sowol bei der Kuppel der Kirche zu Possagno als auch bei der Kuppel des Befreiungsdenkmals bei Kehlheim zur Ausführung gebracht. Bei dem Kuppeldom der Paulskirche in London hat man, um die Wirkungen des Seitendrucks zu mindern, das Innere des Doms konisch statt zylindrisch gemacht, und um den hieraus erlangten Vortheil noch zu vergrössern, hat man den Umfangsmauern am Grunde eine geringere Dicke gegeben als oben am Anfange der Kuppel. Im äusseren Umfange ist die Mauer lothrecht aufgeführt, dagegen findet im Innern ein Ueberhängen derselben statt.

Es ist aber nicht die Peterskirche in Rom allein, bei welcher zur Erhaltung der Kuppel eiserne Ringe um dieselbe gelegt sind, sondern *Peloni* führt in seiner Memorie istoriche della gran cupola del Vaticano mehre Kuppelgewölbe an, welche zur Erhaltung mit eisernen Ringen umlegt wurden.

Bei denjenigen Kuppeln, welche über regelmässigen viereckigen oder vieleckigen Räumen aufgeführt werden sollen, nimmt man die Diagonale als Durchmesser zur Bestimmung der Stärke der Widerlager und der Gewölbemauerungen an, und werden die Umfangsmauern des Raumes in der hiernach bestimmten Stärke aufgeführt. Bei diesen Gewölben wird die Hintermauerung in ganz gleicher Weise angewendet, wie bei denjenigen über kreisrunden Räumen.

Bei den grösseren mit Halbkuppeln überspannten Nischen, Kuppelnischen oder Nischengewölben hat man ausserdem auch noch darauf zu achten, dass

die Vordermauer oder Schildmauer, gegen welche sich das Gewölbe lehnt und wodurch dasselbe an der offenen Seite abgeschlossen wird, eine genügende Stabilität erhält, um der Seitenwirkung des Halbgewölbes vollständig widerstehen zu können. Bei diesen Gewölben kann man aber sehr wesentlich zur Verstärkung beitragen, wenn man um die Halbkuppel eiserne Ringe legt, welche mit der vorderen Mauer (Schildmauer) durch Verankerungen gehörig verbunden werden. Diese Verankerungsringe werden am unteren Theil der Halbkuppel bis etwa zum dritten Theil der Höhe derselben angebracht. Durch solche Verankerungsringe kann man übrigens bei Aufführung ganzer Kuppeln ebenfalls sehr grosse Vortheile erreichen.

Das sogenannte böhmische Kappengewölbe oder Kugelgewölbe ist mit dem Kuppelgewölbe im viereckigen Raume gleich, nur mit dem Unterschiede, dass bei dem Kappengewölbe der Bogen über der Diagonale nicht immer ein voller Halbkreis ist, sondern stellenweise und sogar sehr häufig ein flacher Stichbogen wird. In diesem letzteren Falle übt das Gewölbe jedenfalls einen stärkeren Schub und hauptsächlich nach den Ecken hin aus und kommt es dann besonders darauf an, diesen eine genügende Stärke zu geben.

Ist der Diagonalbogen des Kappengewölbes ein voller Halbkreis, so bestimmt man die Stärke der Widerlagsmauer gleich $^1/_8$ der Diagonale, welche hier auch als Durchmesser besteht. Diese Bestimmung kann auch noch beibehalten werden bei Kappengewölben, deren Diagonalbogen nur noch $^1/_3$ der Spannweite zur Höhe haben. Wird dagegen die Pfeilhöhe des Diagonalbogens noch geringer als $^1/_3$ der Spannweite, so muss, wenn der zu überwölbende Raum von allen Seiten frei liegt, die Stärke der Widerlager mindestens $^1/_6$ der Diagonallänge des zu überwölbenden Raumes betragen.

In den meisten Fällen wird vorausgesetzt, dass das Kappengewölbe nur $^1/_2$ Stein stark und auf den Schwalbenschwanz gemauert wird, und ferner, dass dasselbe ausser seinem eigenen Gewichte keine weitere Belastung erhält. Liegen mehrere Kappengewölbe in Reihen nebeneinander, so versteht es sich von selbst, dass die Pfeiler, auf welchen vier Kappengewölbe anfangen und diese sich also gegenseitig stützen, nur eine solche Stärke erhalten, um dem lothrechten Druck, aus dem Gewichte dieser vier Kappen resultirend, einen genügenden Widerstand leisten zu können. Dasselbe gilt auch bei den Kreuzkappengewölben. In solchen Fällen sind daher die Widerlagsstärken nur für die äusseren freistehenden Umfangsmauern zu bestimmen.

§ 64. Die Rauchmäntel.

Die gemauerten Rauchmäntel, welche man über Küchenheerde, Schmiedefeuer oder sonstige offene Heerdfeuerungen herstellt, gehören ebenfalls noch zu den Gewölben, ohne dass man sie jedoch zu einer der oben beschriebenen Gewölbearten besonders zurechnen kann.

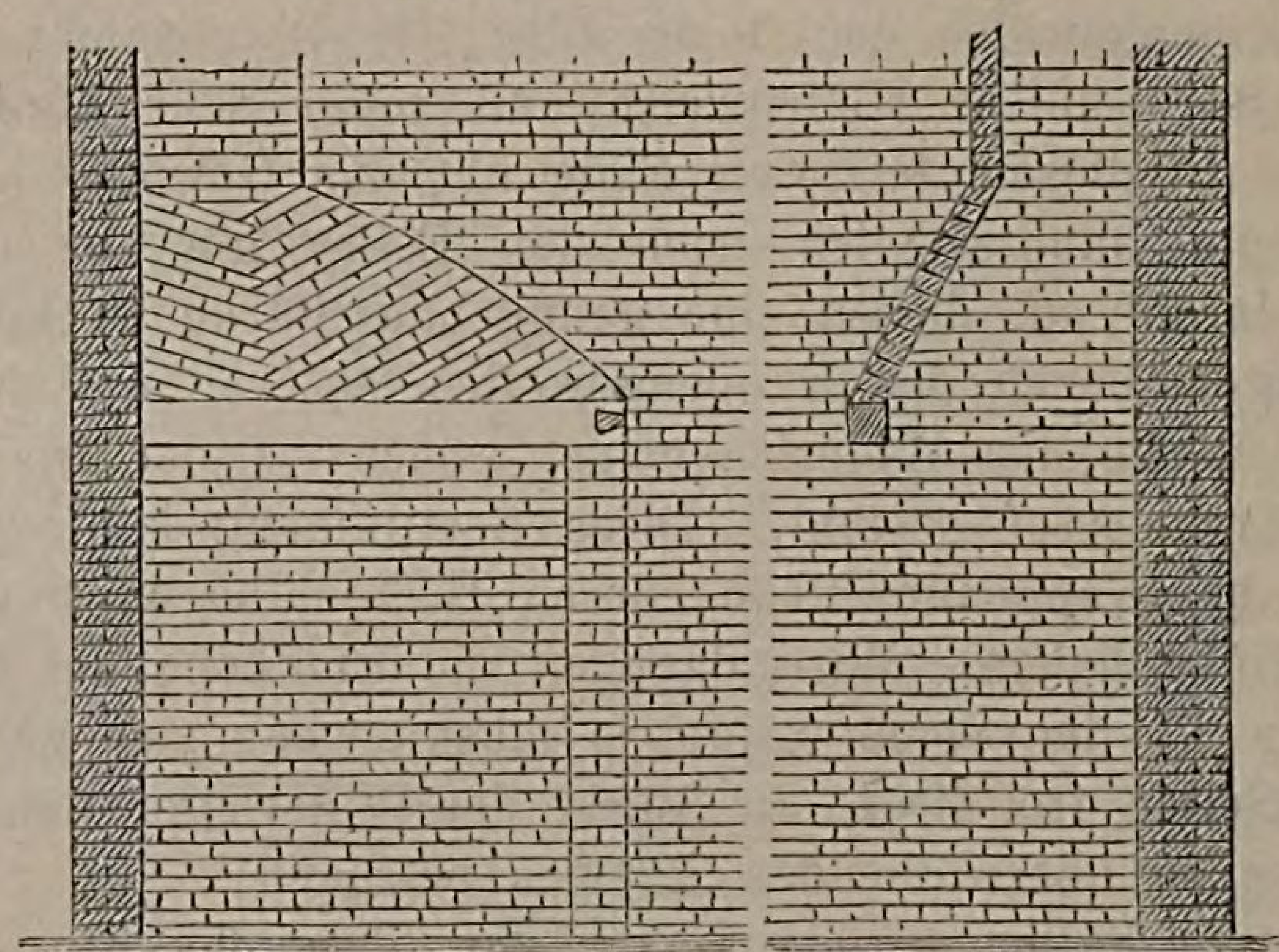
Die Rauchmäntel werden über Rahmen von Holz oder Eisen ausgeführt, welche entweder durch untergestellte genügend starke eiserne Pfeiler oder durch Mauern direkt unterstützt werden oder auch mittelst starker Hängeeisen an die darüber befindliche Balkendecke angehängt werden. Die Anordnung und der eigentliche Zweck der Rauchmäntel ist in den meisten Fällen solchergestalt, dass der darüber aufgeführte Schornstein zum Theil durch den Rauchmantel unterstützt wird, ausserdem aber wesentlich noch seine Unterstützung in derjenigen Mauer findet, an und mit welcher der Schornstein zusammen

aufgeführt wird. Weniger häufig findet man, dass der Schornstein ganz auf einem von allen vier Seiten zusammengezogenen Rauchmantel ruht. Dieses Letztere findet namentlich da statt, wo man Kamine zum Ausfeuern von grösseren Tonnen aufführt, in welchen Fällen aber dann der über dem von allen Seiten zusammengezogene Rauchmantel aufzuführende Schornstein nur eine geringe Höhe erhält und zur Verhütung von Aussprühen der Feuerfunken oben mit einem mit Drahtgeflecht versehenen eisernen Rahmen bedeckt wird.

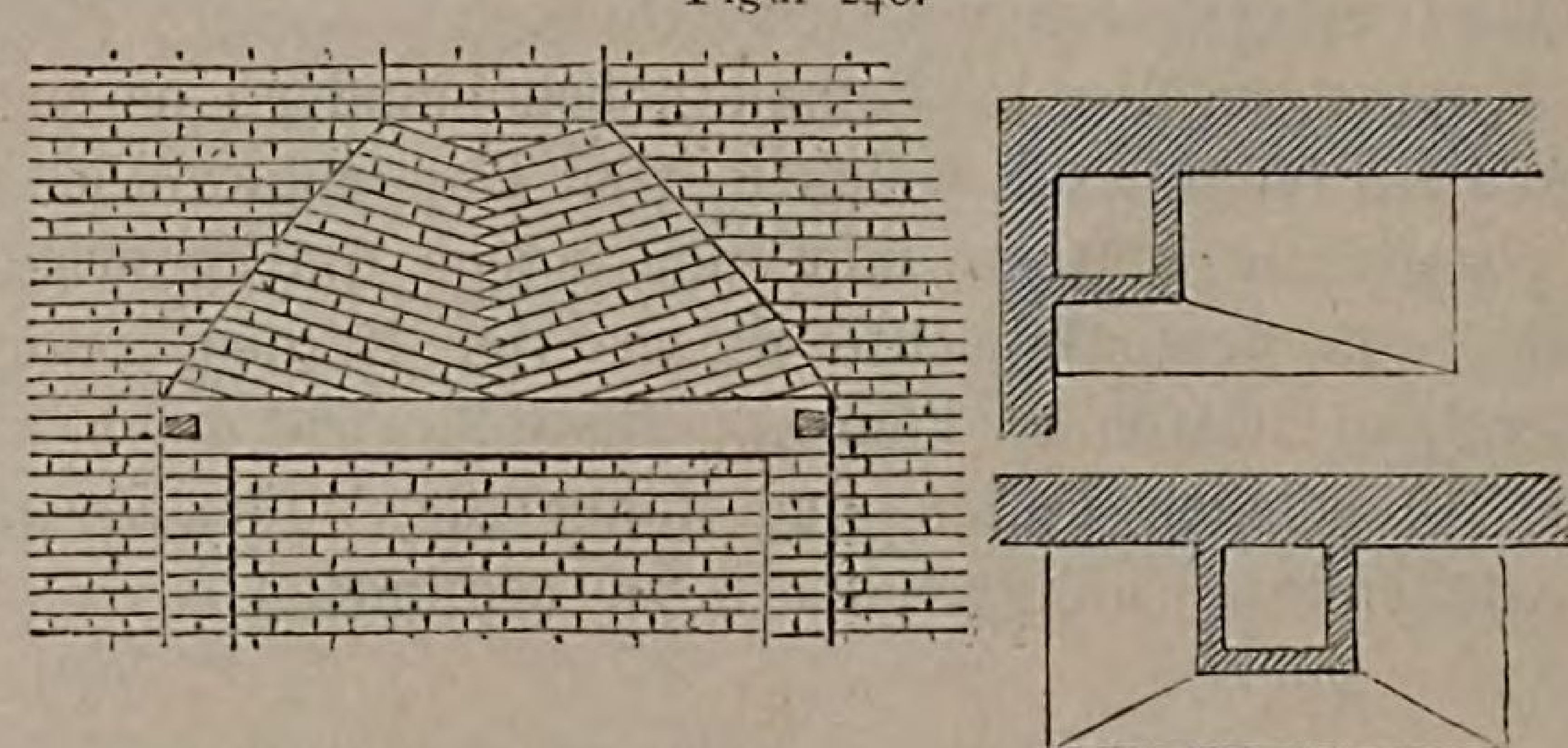
In den nachstehenden Figuren 239 A B und 240 A B C sind zwei verschiedene Konstruktionen, jedesmal in der Ansicht und im Querschnitt und Grundriss dargestellt.

Figur 239.

A *B*



Figur 240.



A *B* *C*

In beiden Fällen ist hier angenommen, dass der Rauchmantelrahmen, worüber der Rauchmantel ausgeführt ist, an beiden Seiten von unten her unterstützt ist. Dieses Letztere ist aber durchaus nicht immer erforderlich, sondern man findet, wenn solche Rauchmäntel in den oberen Stockwerken von Gebäuden ausgeführt werden, dass die Rauchmantelrahmen, aus Holz oder Eisen bestehend, wie schon erwähnt, an die darüber liegende Stockwerksbalkenlage mit starken Eisen angehängt sind, welche Eisen alsdann eine etwas schräge der Verengung des Mantels zugeneigte Stellung erhalten, um dem Schube des darüber auszuführenden Rauchmantel besser widerstehen zu können. Diese Eisen werden selbstverständlich ausserhalb des Mantelmauerwerks angeordnet.

Zur Ausführung dieser gemauerten Rauchmäntel sind immer sehr geübte Arbeiter erforderlich, weil diese Mäntel ohne Gerüst ganz aus freier Hand

gemauert werden; es werden hier nur nach der Höhe Schnüre vom Rahmen ab ausgespannt, um die äussere Linie des Mantel richtig einzuhalten. Die Lage der einzelnen Schichten ist aus den bezüglichen Zeichnungen vollständig ersichtlich und ist nur zu bemerken, dass jede einzelne Schicht eine geringe Wölbung erhalten muss, um sich in der gehörigen Lage zu erhalten, weil es sonst sehr leicht vorkommt, dass grössere Theile des Mauerwerks während der Arbeit wieder herausfallen. Wollte man hier die einzelnen Schichten des Mantelmauerwerks parallel mit den Oberkanten des Rahmens mauern, so würde man Gefahr laufen, dass die Mauerung, bis zu einer gewissen Höhe aufgeführt, wieder zusammenstürzte. Es ist hier daher durchaus das Stechen der einzelnen Schichten erforderlich, wodurch man gleichzeitig auch den grossen Vortheil erlangt, dass die einzelnen Schichten jedesmal nur kurz werden und dann zugleich auch wieder sich gegenseitig stützen. Aus den bezüglichen Zeichnungen ist zu ersehen, dass die Rauchmäntel nach oben hin bis zu der lichten Weite des Schornsteins sich verengen und müssen die einzelnen Schichten daher so verhauen werden, dass sie nach Oben hin am Schluss des Mantels fast wagerechte Oberflächen bilden, worauf das Schornsteinmauerwerk angefangen werden kann.

Bei grösseren Anlagen macht es immer einige Schwierigkeiten, an dieser Schlussstelle des Mantels die genügende Festigkeit desselben zu erhalten, dass der Schornstein ohne Weiteres darüber aufgemauert werden kann, namentlich wenn der Mantel nur eine verhältnissmässig geringe Höhe erhält, und ist es dann jedenfalls am vortheilhaftesten, wenn man einen starken eisernen Rahmen anwendet, welcher horizontal gegen die Mauer gerichtet, in derselben gehörig befestigt und durch schräge, gegen die Mauer gelehnte eiserne Stützen unterstützt wird, gegen welchen Rahmen dann das Mantelmauerwerk unmittelbar gegengemauert wird, so dass der darüber aufzuführende Schornstein dann nicht allein durch den erwähnten Rahmen, sondern auch noch durch das Mantelmauerwerk getragen und unterstützt wird. Hierbei kommt ausserdem noch wesentlich zu statten, dass unter vorläufiger Zurücklassung des Rauchmantels der Schornstein mit der anliegenden Hauptmauer des Gebäudes gleichzeitig in Verband aufgeführt werden kann. In älteren Gebäuden, wo eine derartige Schornsteinanlage mit zugehörigem Rauchmantel hergestellt werden soll, wo also der Schornstein besonders aufgeführt werden muss und nicht mit den anliegenden Gebäudemauern in genügende Verbindung gebracht werden kann, ist die Anwendung des obenerwähnten Rahmens zur Unterstützung des Schornsteins durchaus notwendig.

Man macht einzeln diese Rauchmäntel sehr niedrig (flach), in welchem Falle sie aber dann immer nur sehr geringe Festigkeit haben und mit grosser Sorgfalt gemauert sein müssen, damit sie nicht zusammenstürzen. In solchem Falle muss aber der zugehörige Schornstein, wie dieses auch schon oben angedeutet wurde, für sich selbstständig unterstützt sein. Um das Mantelmauerwerk dann möglichst leicht zu erhalten, führt man dasselbe aus Ziegelsteinen auf der hohen Kante aus.

Die Rauchmäntel werden, wie auch schon oben erwähnt, aus freier Hand ohne alle Gerüstunterlage gemauert und spannt man nur für die Ecken Schnüre aus, um die Richtung derselben besser einhalten zu können; im Uebrigen gibt man den Mantelflächen zu mehrerer Festigkeit eine geringe Busung.

Statt dieser gemauerten Rauchmäntel wendet man jetzt vielfach solche von Zink oder auch Eisenblech an und wird unmittelbar unter den Anschluss des Mantels an den Schornstein, welcher letzterer in diesem Falle für sich selbstständig unterstützt sein muss, in demselben eine hinreichend grosse Oeffnung, der Lichtweite des Schornsteins entsprechend, zum Abziehen des Rauchs und Qualms hergestellt. Der Rauchmantel wird an seinem oberen Ende mit einem etwa 6 Zoll hohen Rand versehen, mit welchem derselbe in den Schornstein hineinreicht.

Wenn nun auch die Blechmäntel leichter herzustellen sind, so verdienen dennoch die gemauerten Rauchmäntel in Küchen den Vorzug, indem sie sich besser und dichter an den Schornstein anschliessend herstellen lassen; auch ist an dem Rahmholz des Rauchmantels die zum Verdecken desselben von der Unterkante des Mantelholzes bis zur Decke herzustellende lothrechte Verschalung besser und leichter zu befestigen. Diese Verschalung wird dann später berohrt und mit Kalkmörtel verputzt.

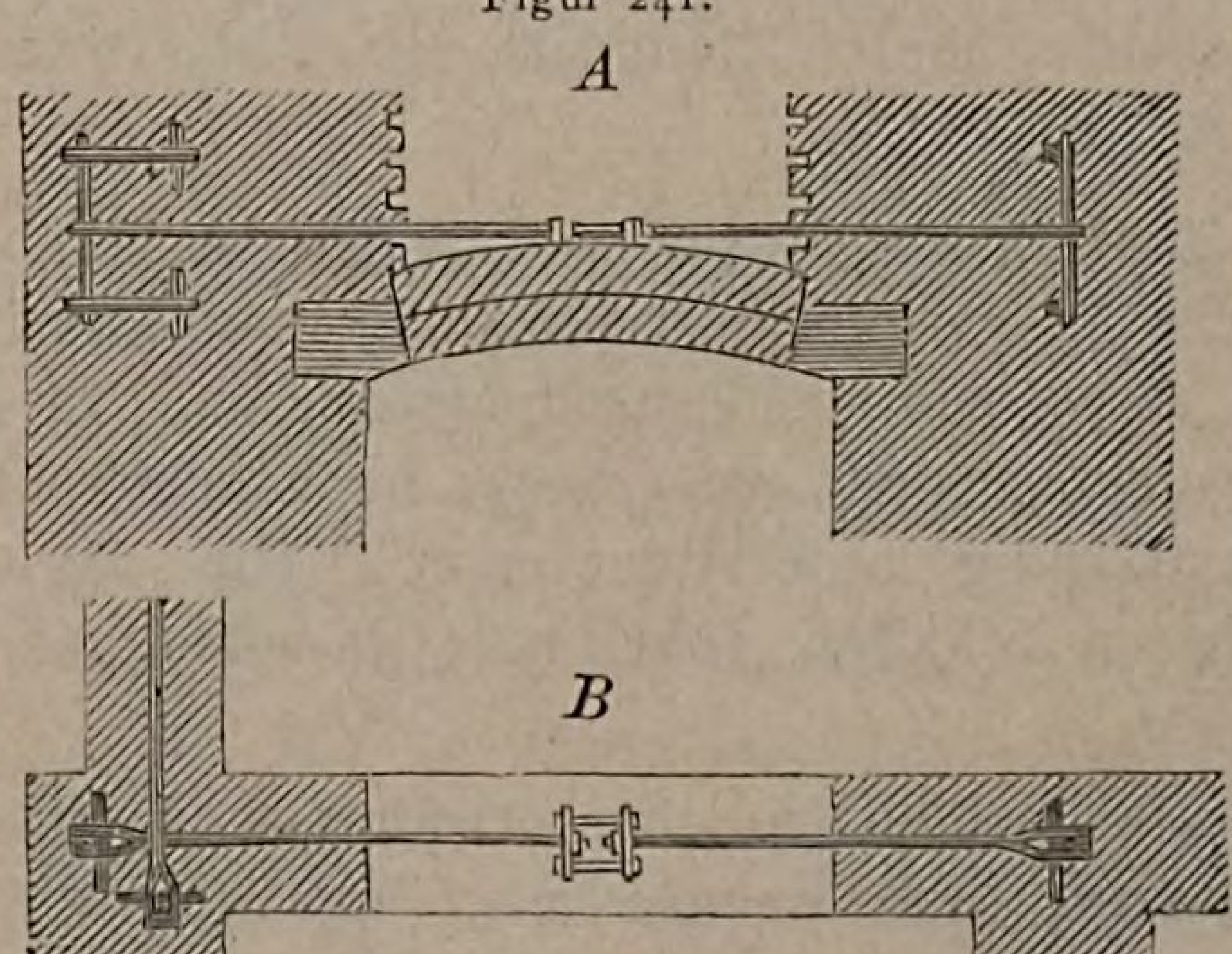
§. 65. Verschiedene Anwendungen des Eisens bei Gewölbe- und Bogenkonstruktionen.

In den vorhergehenden Paragraphen, in welchen die Gewölbe näher besprochen worden, ist verschiedene Male die Anwendung von Eisenkonstruktionen zur Erhaltung der Gewölbe durch Beispiele näher angegeben. Es sollen aber dennoch hier ausserdem einige Beispiele näher mitgetheilt werden, wobei das Eisen zur grösseren Festigkeit der Widerlager von Mauerbogen angewendet wurde, oder wobei statt der Mauerbogen das Eisen selbst zur Anwendung kam.

In den nächstfolgenden Figuren sind verschiedene Verankerungen dargestellt, wie solche bei dem Bau der neuen Bauschule in Berlin zur Anwendung gebracht worden sind[1]).

Da hier zwei Stockwerke ganz gewölbt wurden, so war nicht nur darauf Rücksicht zu nehmen, dass die äusseren Mauern eine genügend feste Verankerung erhielten, welche ein Ausweichen derselben durch die Seitenpressungen der Gewölbe verhinderte, sondern es mussten auch diejenigen Punkte, wo der Seitenschub der Gewölbe durch keine entsprechende Gegenpressung aufgehalten wurde, ebenfalls genügend befestigt werden.

Figur 241.



In den Frontmauern wurden besonders die Ecken, wo eine Menge von Pressungen sich vereinigen, ohne durch einen genügend entsprechenden Gegendruck aufgehoben zu werden, sehr stark verankert.

In nebenstehenden Figuren 241 A B ist diese Verankerung der Ecken näher dargestellt.

Diese Verankerung wurde in den Bogen in jedem Stockwerk angebracht. Die Zugschiene besteht aus zwei Hälften, deren äussere Enden mit verschiedenen senkrechten und wagerechten Splinten in dem Mauerwerk der Pfeiler befestigt

[1]) *Förster*'s Bauzeitung 1836.

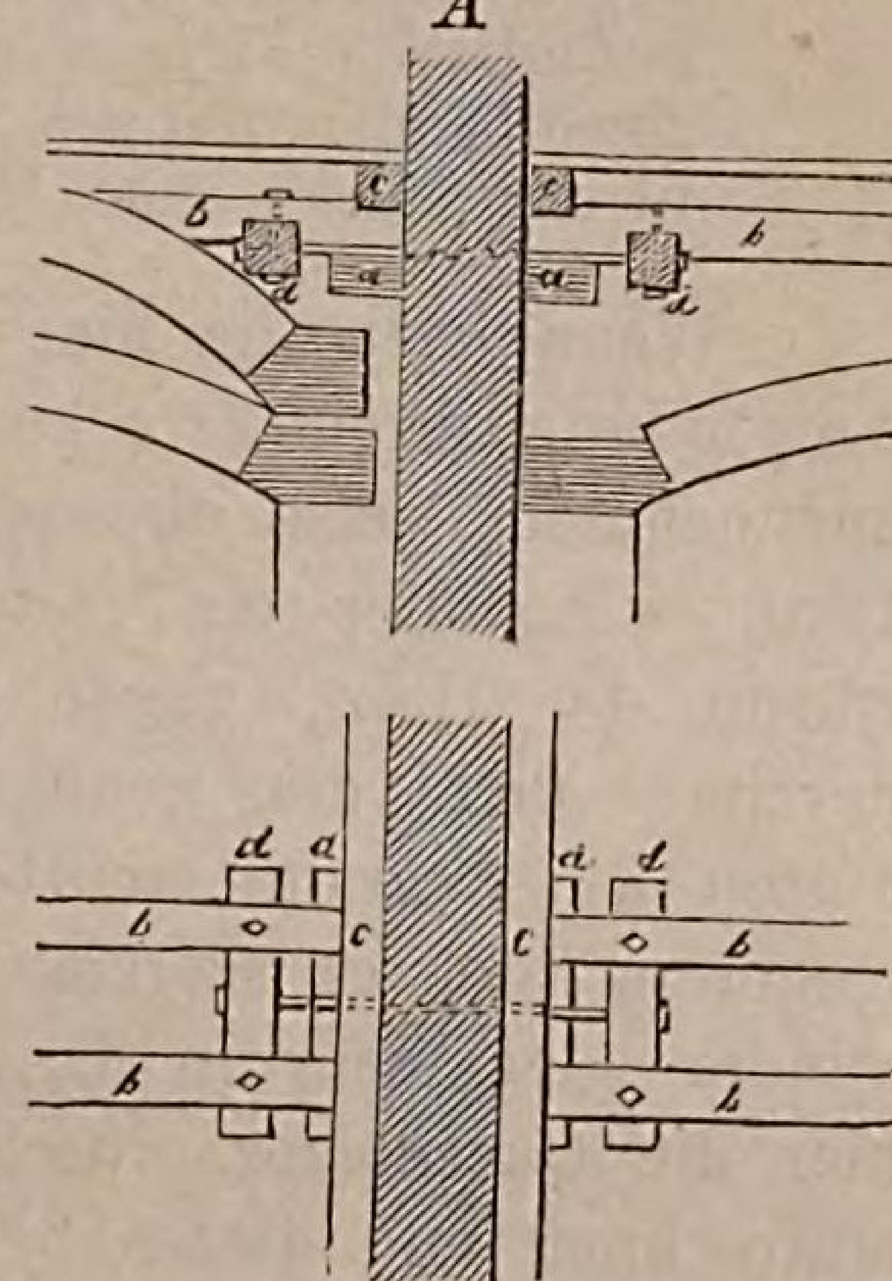
sind, während die mittleren Enden durch aufgeschobene Platten und durch dieselben gesteckte kleinere Bolzen mit Mutterschrauben verbunden werden. Ueber den diesen Ecksteinen zunächst liegenden Fenster wurden eiserne Zugschienen mit senkrechten Splinten, welche in das Mauerwerk der Pfeiler einragten und hier dicht bemauert waren, angebracht.

Statt dieser Verankerungen hätte man auch sehr zweckmässig sich des Bandeisens bedienen können, wie in § 46 näher beschrieben ist. Bei Anwendung des Bandeisens hat man den grossen Vortheil, dass ohne den Mauerverband irgendwie zu stören, eine grössere Anzahl von Bandeisenstreifen vermauert werden kann, und zwar sowol dicht über dem Fensterbogen, als auch in allen übrigen Schichten bis dicht unter den Fensterbrüstungen. Es kommt noch ferner dabei sehr vortheilhaft zu statten, dass bei geringen Senkungen die Bandeisenstreifen nachgeben, ohne aber zu brechen und kann man auch bei Anwendung des Bandeisens in jeder einzelnen Mauerschicht drei oder vier Bandstreifen nebeneinander legen und ohne Hinderniss vermauern, so dass die ganze Mauer in sich verankert wird. Die senkrechten Splinten bei Verankerungen durch Zugschienen werden selten so dicht bemauert als erforderlich ist, um in keiner Weise mehr nachgeben zu können, weil in den verschiedenen Mauerschichten, durch welche die Splinte greift, der Mauerverband abwechselnd ein anderer ist.

Interessanter sind jedenfalls diejenigen Ankerverbindungen, welche für die Gurtbogen über den Säulen der Haupt-Etage zur Anwendung kamen.

Figur 242.

A

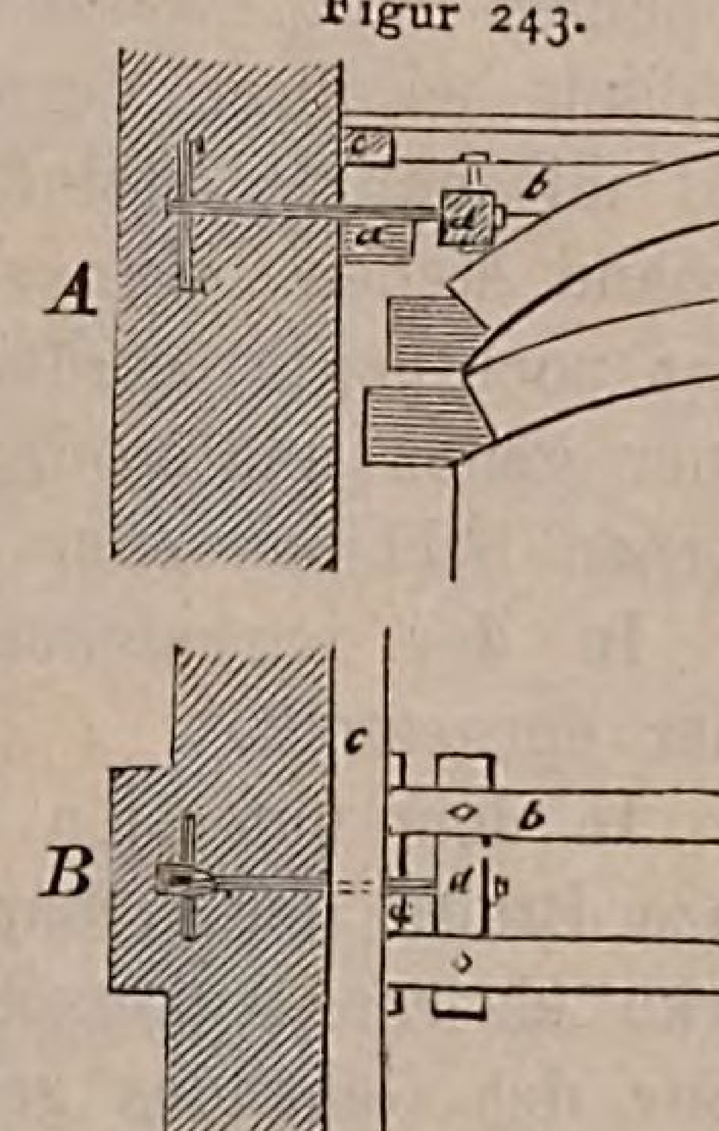


B

Die hier hergestellten Verankerungen bestehen nicht aus mit Schraubenvorrichtungen verbundenen in ganzer Länge durchgehenden eisernen Zugstangen, sondern man hat hier die über den Gewölben angebrachten Hölzer, welche den später darüber herzustellenden hölzernen Fussböden als Unterlagshölzer dienten, durch Eisenstangen fest verbunden.

Wie in nebenstehenden Figuren 242 A B dargestellt ist, sind über den Sandsteinen a, a, welche auf den vorliegenden Wandpfeilern ruhen, und auf jeder Seite etwa 1 Fuss über dem reinen Mauerwerk der Zwischenmauer vortreten, die beiden Ankerbalken b b so gelegt, dass sie unmittelbar neben dem Gurtbogen liegend, in die Gewölbesäcke der zwischen gemauerten Kappen passen. Diese Balken werden durch die Querstücke, welche mit beiden Balken verblattet und verbolzt sind, zu einem Ganzen vereinigt. Diese beiden Querstücke sind wieder durch eine Ankerschiene, welche durch die Mauer geht und mit Schraubenspindeln und Muttern versehen ist, fest mit einander verbunden.

Figur 243.



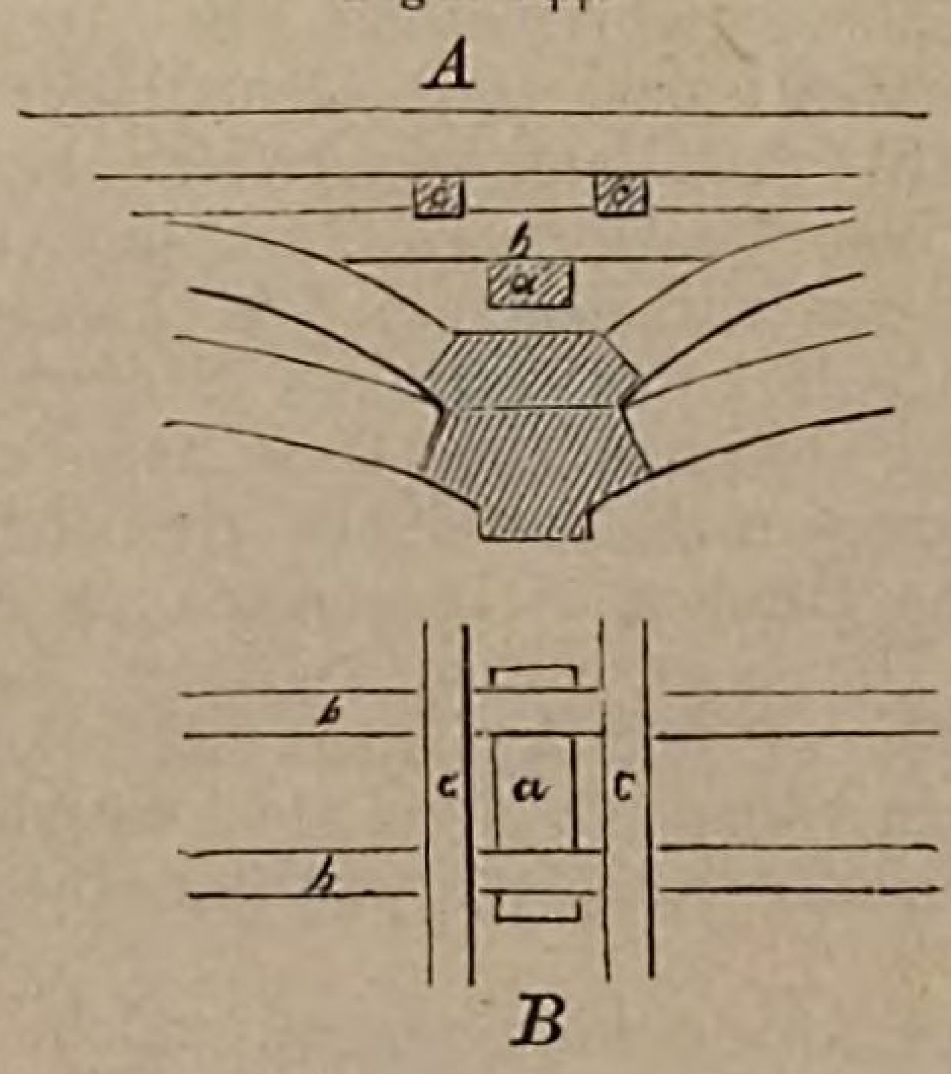
In nebenstehenden Figuren 243 A B, wo dieselbe Bezeichnung der Buchstaben gilt, ist die beschriebene Verankerung in Verbindung mit der Umfangsmauer dargestellt.

In der Mauer ist die Ankerung durch eine senkrecht stehende Splinte mit zwei wagerecht davor liegenden Splinten, welche dicht bemauert sind, befestigt. Die Ankerschiene geht durch das Querholz d und ist hier am Ende derselben eine Schraubenspindel mit darauf zuschraubender Mutter hergestellt, wodurch ein festes Anziehen des Ankers möglich gemacht wurde.

In umstehenden Figuren 244 A B ist die Unterstützung der Ankerbalken b b durch den Mittelpfeiler näher dargestellt. Diese Balken ruhen hier eben-

falls auf einem starken Sandstein a. In der Figur A bezeichnen die unteren Bogen die Gurtbogen für die einzuwölbenden Kappen; die oberen Bogen dagegen dienen dazu, die Scheidemauern des darüber aufgeführten oberen Stockwerks zu tragen.

Figur 244.



Um ferner aber auch den Schub der einzuwölbenden Gewölbekappen unschädlich zu machen, ist über diesem oben beschriebenen Ankersystem noch eine zweite Verankerung, ebenfalls aus Balken mit eisernen Verbindungen unter einander bestehend angebracht, welche die Richtungen der unteren Verankerungen rechtwinkelig durchschneidet und von den Längenbalken c c gebildet wird, die, wie schon angeführt, an ihren Stössen durch eiserne Schienen fest mit einander verbunden sind und an ihren äusseren Enden durch Ankerschienen und vorgelegte Splinten in der bereits oben angegebenen Art mit den äusseren Frontmauern in Verbindung gesetzt wurden. Diese Ankerbalken c c dienten später gleichzeitig auch dazu, die hölzernen Fussböden des bezüglichen Stockwerks mit darüber zu legen und darauf zu befestigen.

Zu den Widerlagern für die Kappengurtbogen, sowie auch für die Tragbogen der Scheidemauern wurden Sandsteine angewendet, wie dieses in den bezüglichen Figuren angedeutet und leicht daraus ersichtlich wird. Die einzuwölbenden Kappen wurden, um die Konstruktion möglichst zu erleichtern, in der Stärke eines halben Steins ausgeführt.

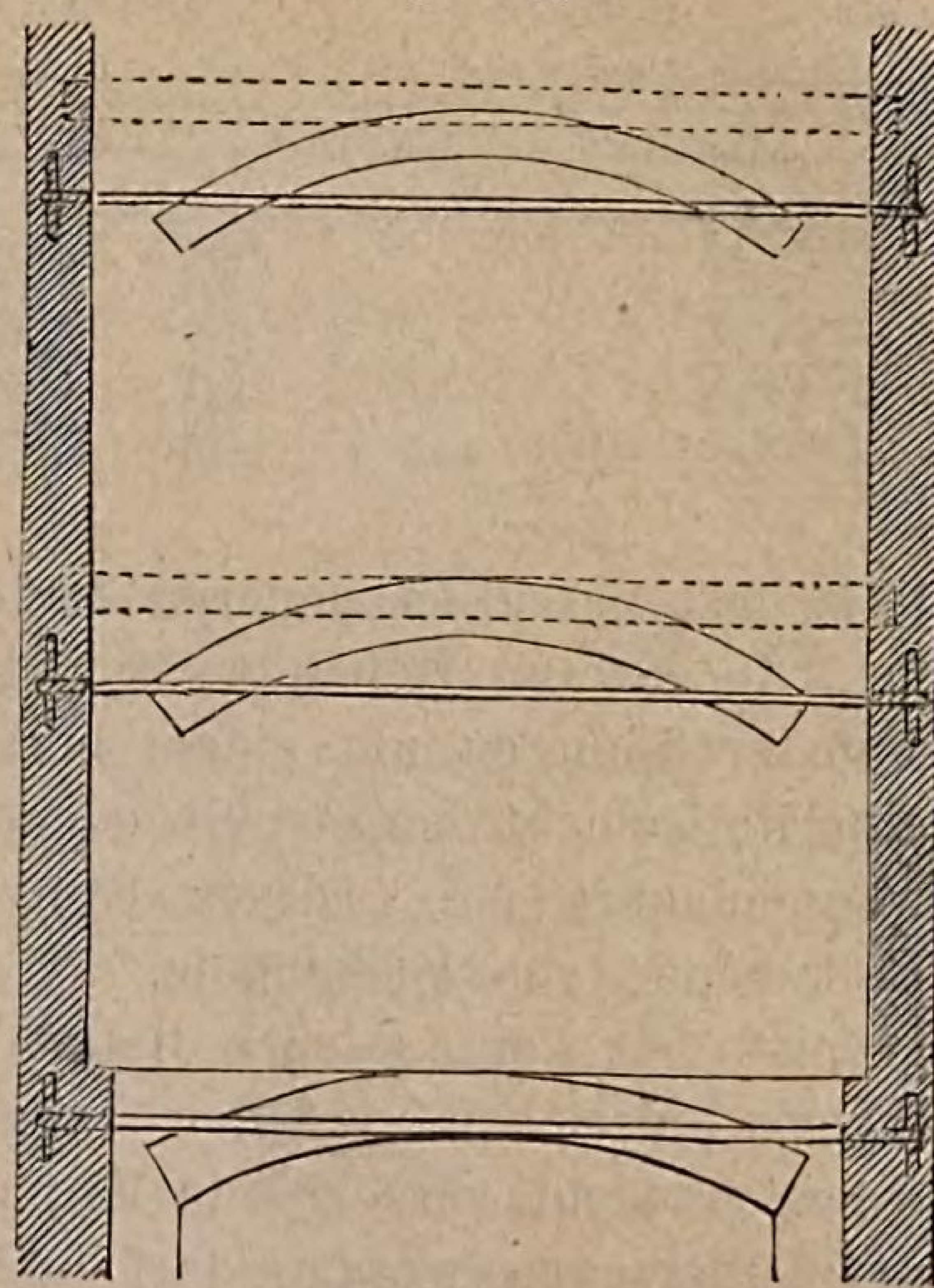
Wenngleich die hier beschriebenen Verankerungen bei der stattgehabten Anwendung ihrem Zwecke vollständig entsprochen haben, so ist dennoch nicht anzunehmen, dass dieses auch in allen anderen Fällen stattfinden würde. Denn wäre hier ein festeres Anziehen der Anker erforderlich gewesen, so würde das Holz, gegen welches die Schraubenmuttern unmittelbar pressen, durchaus nicht den genügenden Widerstand haben leisten können, sondern es hätten die Schraubenmuttern, je nachdem der Widerstand der Anker in geringerem oder grösserem Maasse in Anspruch genommen wäre, sich jedenfalls minder oder mehr in das Holz eingepresst; ferner kommt noch hinzu, dass hier die Querhölzer, durch welche die Ankerschienen hindurchgehen, ebenfalls eintrocknen und dieses bei stärkeren Hölzern, wenn sie der Einwirkung der Feuchtigkeit der äusseren Luft entzogen werden, nicht unerheblich ist. Es würde daher wol ebenso vortheilhaft sein, falls solche Verankerungen notwendig erscheinen oder werden, diese ganz von Eisen herzustellen. Man bringt sie dann bei ihrer Verwendung in ihre richtige Lage und bemauert sie ganz dicht mit ganzen Steinen in der Mauer, die mit dem übrigen Mauerwerk in Verband stehen. Ein späteres Anziehen solcher Anker kann unter Umständen sogar nachtheilig werden, es sei denn, dass die Ankerschienen ganz durch die Mauer gehen und an der äusseren Seite der Mauern mit vor denselben liegenden eisernen Scheiben oder Splinten versehen sind.

In der nachstehenden Figur 245 ist eine gesprengte massive Wand näher dargestellt.

In dem untersten Stockwerk ist ein starker gemauerter Bogen durch die ganze Breite des Gebäudes hergestellt. An beiden Seiten des Bogens sind starke eiserne Ankerschienen angebracht, welche ebenfalls durch die ganze Breite des Gebäudes gehen und die Widerlager des Bogens zusammenhalten, indem die Ankerschienen mit ihren Enden durch starke Eisenplatten und durch

starke hintergelegte eiserne Schienen greifen und hier mit Muttern festgeschraubt sind. In dem hierüber aufgeführten Theile der Mauer ist in der Höhe der nächstfolgenden Stockwerksbalkenlage ein Entlastungsbogen hergestellt, zu dessen beiden Seiten ebenfalls durchgehende Verankerungen angebracht sind, welche aber weniger stark sind als die des unteren Haupttragbogens. In dem darüber folgenden Stockwerk ist noch einmal in der Zwischenmauer ein Entlastungsbogen hergestellt und sind die durchgehenden Verankerungen hier ebenfalls wieder angebracht.

Figur 245.

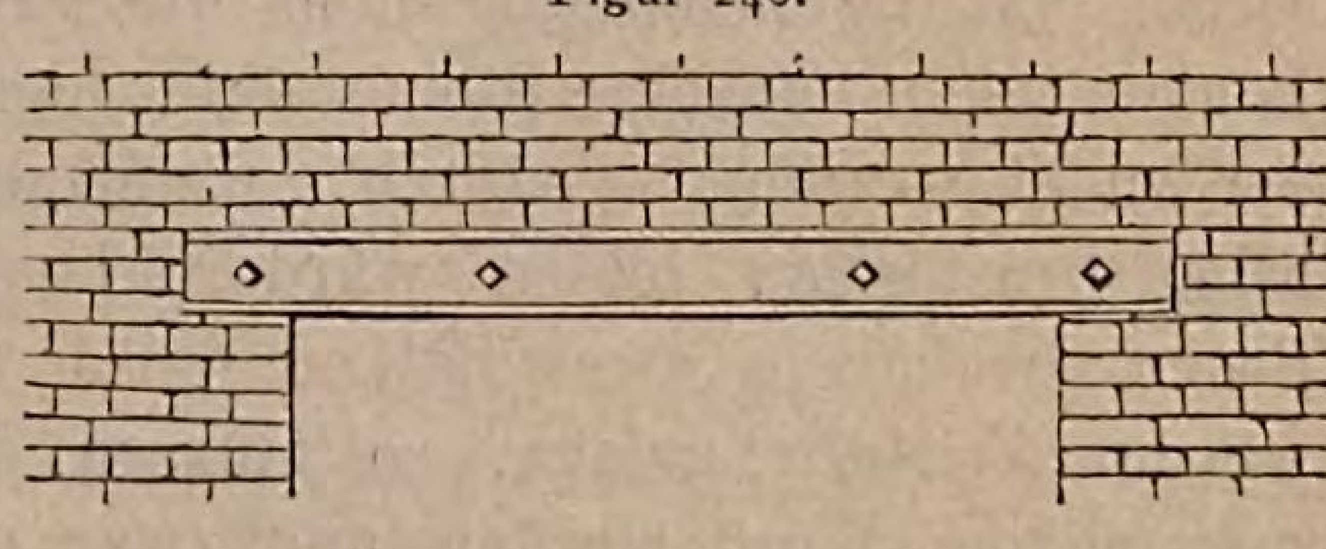


Eine solche Konstruktion eignet sich sehr zweckmässig, um in oberen Stockwerken massive Trennungsmauern aufzuführen, die aber keinen massiven Untergrund erhalten, d. h. die nicht von Grund auf in ihrer Stärke aufgeführt sind. Es is bei Anwendung dieser Konstruktion aber erforderlich, dass man die in den oberen Stockwerken aufzuführenden Mauern möglichst leicht herstelle, weil bei einer grösseren Länge die Last, welche auf den untersten Bogen drückt, doch immer schon bedeutend genug wird.

Statt einer solchen Bogenkonstruktion würde sich auch sehr vortheilhaft ein starker Blechträger verwenden lassen und würde man dabei noch den Vortheil erreichen, den Träger gleichzeitig als kräftige Verankerung der beiden gegenüberstehenden Mauern benutzen zu können. Durch diese Anordnung, vorausgesetzt, dass der Blechträger genügend stark hergestellt ist, würde keinerlei Seitendruck gegen die äusseren Mauern hervorgebracht werden; es würde aber der hieraus resultirende vergrösserte Vertikaldruck zu berücksichtigen sein und zu diesem Zwecke würden die Mauern an dieser Stelle mit starken vorliegenden Mauerpfeilern versehen werden müssen. Diese Anordnung der vorliegenden Mauerpfeiler würde aber auch bei dem in vorstehender Figur dargestellten Fall notwendig sein, indem durch das Einhauen der Widerlager zu dem Bogen die Mauern an dieser Stelle erheblich geschwächt werden und dieser Nachtheil selbst durch die Verankerung nicht genügend wieder aufgehoben wird.

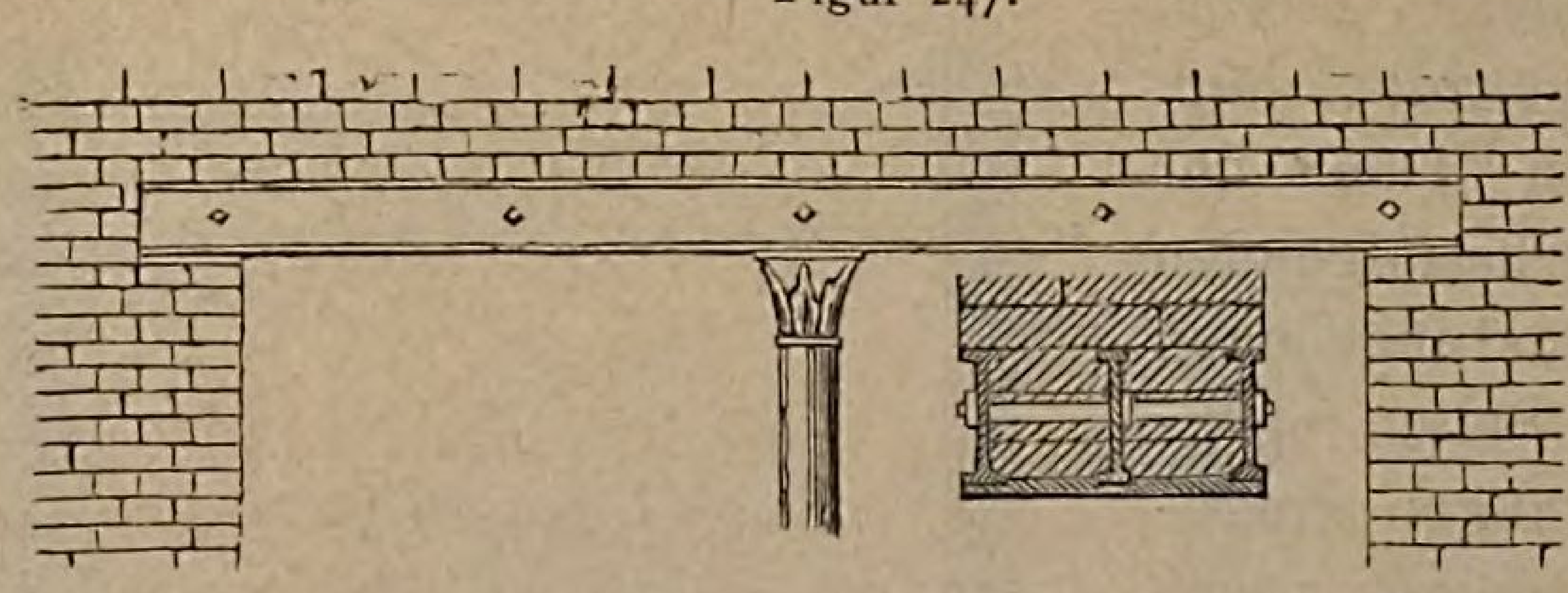
Eine andere Konstruktion mit Anwendung von Eisen, die übrigens mit Mauerbogen nichts Aehnliches hat, jedoch die Stelle eines Mauerbogens vertreten soll, ist in nebenstehender Figur 246 dargestellt. Hier ist ein horizontaler Sturz über einer Thür- oder Fensteröffnung aus drei nebeneinander liegenden und durch Schraubenbolzen fest mit einander verbundenen eisernen Balken von der Querschnittform einer Eisenbahnschiene dargestellt.

Figur 246.



In der umstehenden Figur 247 ist eine ähnliche Konstruktion dargestellt, bei welcher jedoch der Sturz wegen der grösseren Weite der zu überdeckenden Oeffnung in der Mitte noch durch einen eisernen Pfeiler unterstützt wird.

Figur 247.



Die Anwendung eiserner Balken in der Art, wie hier angedeutet ist, erleichtert in einem hohen Grade die Anordnung grosser Fenster- und Thüröffnungen mit horizontalen Ueberdeckungen, wie sie jetzt fast bei allen neueren Ladeneinrichtungen verlangt werden.

In älteren Gebäuden findet man zwar häufig auch grössere Thür- oder Fensteröffnungen mit einem horizontalen Sturz überdeckt, über welchem dann eine Rollschicht hergestellt oder mit horizontalen Schichten unmittelbar darüber weggemauert ist. Dieser Sturz besteht dann meistens aus einem starken Balkenende von Eichenholz. Wenn nun auch, wie die Erfahrung hinlänglich gezeigt hat, ein solcher Balken während einer sehr langen Zeitdauer seinen Zweck hinreichend erfüllen kann, so ist doch zu berücksichtigen, dass derselbe, wenn er nicht vorzeitig in Fäulniss übergehen soll, äusserlich nicht mit Kalkputz überzogen werden darf und daher das Aeussere dieses Sturzes nicht mit dem übrigen Theil des Mauerwerks in Uebereinstimmung gebracht werden kann. Auch eine äussere Bekleidung von Holz darüber wirkt unter Umständen schon sehr nachtheilig, weil die eindringende dahinter sich sammelnde Feuchtigkeit nicht rasch wieder verdunsten kann. In manchen Fällen hat man auch den Balken soweit von der äusseren Seite zurückgelegt, dass noch eine horizontale Sandsteinbekleidung davor gelegt werden konnte. Allein die abwechselnde Feuchtigkeit des Sandsteins, welche bei Witterungswechsel entsteht und auf das dicht anliegende Holz direkt einwirken konnte, ohne dass aber dieselbe durch direkte Einwirkung von Luft schnell wieder verdunstete, brachte auch gewöhnlich eine raschere Fäulniss des Holzes hervor und war die dann notwendig vorzunehmende Erneuerung dieses Balkens stets mit grösseren Schwierigkeiten verbunden.

Bei neuen Bauausführungen, wo die eisernen Sturze, sobald die Fenster- oder Thürpfeiler bis zu der festbestimmten Höhe aufgeführt sind, aufgelegt werden; ist nur darauf zu sehen, dass dieselben einmal weit genug mit ihren Enden auf die Pfeiler reichen, ferner aber dass die einzelnen Balken, aus welchen diese Sturze zusammengesetzt sind, nicht unmittelbar auf dem Mauerwerk liegen, sondern es ist notwendig, dass man eiserne Platten unterlegt, welche die Breite der Mauer haben und gleichzeitig auch ihrer Oberfläche mit Vertiefungen versehen sind, in welche die einzelnen Balken hineinpassen. Man erhält dadurch nicht nur eine bessere Unterlage, sondern es wird der Druck auch gleichmässig über die ganze Breite der Mauer vertheilt, und es können nicht einzelne Steine unter dem einen oder dem anderen Trägerbalken zerdrückt werden, wodurch, wenn dieses geschieht, die Konstruktion unter allen Umständen leiden würde. Ist der durch Schraubenbolzen verbundene Sturz, wobei je zwei Balken durch Schraubenbolzen mit einander verbunden werden, richtig gelegt, so müssen die Zwischenräume zwischen den Balken erst ausgemauert werden und zwar möglichst dicht und sorgfältig, damit er die genügende Steifigkeit erhält und die einzelnen Balken nicht durch die spätere Belastung seitwärts ausgebogen und gar umgekantet werden können. Zum Vermauern der Steine zwischen den Balken wendet man hier am vortheilhaftesten scharfen Zementmörtel an.

Da die eisernen Balken in sehr bedeutenden Längen erhalten werden können, so ist es, wenn mehrere Oeffnungen in einer Mauer zu überdecken sind, stets am vortheilhaftesten, dass man die einzelnen Balken in einer Länge durchgehen lässt, weil dadurch gleichzeitig eine sehr gute Verankerung erreicht wird; ferner aber wird hierdurch auch eine stärkere Spannung des Sturzes selbst erhalten. Muss hierbei ein Balken aus mehreren Längen zusammengesetzt werden, so ist es ganz selbstverständlich, dass der Stoss nur über einem Pfeiler stattfinden darf.

Bei Anwendung dieser eisernen Balken hat man aber ganz besonders darauf zu sehen, dass die zu verwendenden Balken auch eine der späteren Belastung angemessene Stärke haben. Man hat diese eisernen Balken in sehr verschiedenen Abmessungen von 11 Zentimeter bis zu 19 Zentimeter Höhe, und wird nicht selten aus übertriebener Sparsamkeit und gänzlichem Mangel an Sachkenntniss die Anwendung der weniger hohen Balken vorgezogen, wodurch aber dann sehr häufig sich bald einstellende bedeutende Nachtheile hervorgerufen werden. Auch die Ausmauerung der Zwischenräume zwischen den Balken wird sehr häufig vernachlässigt; eine sorgfältige dichte Ausmauerung ist aber durchaus erforderlich, weil dadurch, wie schon angeführt wurde, ein späteres seitliches Ausweichen oder Kippen der einzelnen Balken verhindert wird.

Bei dieser Gelegenheit soll gleichzeitig noch einer anderen Verwendung der eisernen Balken Erwähnung geschehen. Es lassen sich dieselben nämlich sehr vortheilhaft verwenden, wenn man in vorhandenen älteren Mauern grössere Oeffnungen herstellen, oder Thür- oder Fensteröffnungen vergrössern, oder einzelne gemauerte Pfeiler gänzlich beseitigen und durch dünnere eiserne Pfeiler wieder ersetzen will, ohne dass man eben besonders schwierige Abstützungen der darüber befindlichen Gebäudetheile vornehmen muss.

Man bringt zu dem Zwecke, nachdem die Verbindungen der eisernen Balken unter sich durch Schraubenbolzen vorher vollständig hergestellt sind, die dann wieder aus einander gelegten Balken einzeln an, jedoch so, dass die in denselben durchgebohrten Löcher, durch welche die Verbindungsbolzen gesteckt werden, genau wieder einander gegenüberliegend kommen. Zuerst wird dann der mittlere Balken eingebracht, zu welchem Zwecke von einer Seite her in die Mauer die erforderliche Vertiefung für den Balken eingehauen wird. An der entgegengesetzten Seite bleibt die Mauer noch so lange unberührt, bis der zweite äussere Balken eingelegt und mit dem ersteren mittleren vollständig wieder verschraubt ist. Der Zwischenraum zwischen den beiden Balken wird vorläufig nicht weiter ausgemauert, als über dem später zu beseitigenden Mauerpfeiler. Dieser Theil wird aber vollständig dicht ausgemauert, so dass der darüber befindliche Mauertheil vorläufig eine genügende Unterstützung wieder erhält. Um aber bei Legung dieser Balken die Schraubenverbindungen derselben mit einander wieder gehörig herstellen zu können, müssen die bezüglichen Schraubenbolzen bei Legung des ersteren mittleren Balkens in diesem schon befestigt werden.

Nunmehr wird an der gegenüberliegenden inneren Seite der Mauer die Vertiefung eingehauen, welche zum Einlegen des dritten Balkens erforderlich ist, welche Vertiefung aber nicht bis in die Mitte der Mauer trifft, sondern nur so tief wird, als die Balkenstärke mit Einschluss der Flangen beträgt. Ist nun der dritte Balken eingelegt, so wird dieser mit dem mittleren Balken ebenfalls fest verschraubt, zu welchem Zwecke aber die Löcher für die durch-

zusteckenden Schraubenbolzen an den bezüglichen Stellen vorher durch die Mauer durchgebohrt werden müssen. Das Aushauen dieser Vertiefung muss aber mit Vorsicht geschehen, so dass in der Seitenfläche dieser Vertiefung möglichst geringe Unebenheiten entstehen. Um hier ein dichtes Anliegen des Balkens gegen die Mauer zu erhalten, muss vor Anlegen des Balkens diese Mauer wieder vollständig mit Mörtel ausgeglichen werden, so dass der Balken sich möglichst gleichmässig gegen die Seitenfläche der Vertiefung anlegt. Nachdem nun der Balken eingelegt und die sämmtlichen Schraubenbolzen festgeschraubt sind, werden die Zwischenräume zwischen den gelegten Balken möglichst dicht ausgemauert. Zum Schluss wird noch in der Mitte über dem Balken in der Mauer eine Oeffnung eingeschlagen, um von hieraus die Ausmauerung der Zwischenräume vollständig herstellen zu können. An der inneren Seite kann man durch Eingiessen von schnell bindenden Gussmörtel eine vollständige Ausfüllung zwischen Mauer und Balken ebenfalls erreichen.

Soll nun nach vollständiger Herstellung der eben beschriebenen Arbeiten der gemauerte Pfeiler weggebrochen und durch einen schmäleren eisernen Pfeiler ersetzt werden, so werden zunächst innerhalb der Fensteröffnungen zu beiden Seiten des abzubrechenden Pfeilers starke hölzerne Stützen unter den Sturz gestellt und dieselben durch Keile möglichst scharf angetrieben, so dass keine Bewegung nach Wegnahme des gemauerten Pfeilers zu befürchten ist. Nunmehr kann der gemauerte Pfeiler abgebrochen und durch den bestimmten eisernen Pfeiler wieder ersetzt werden.

Liegen in einer solchen Mauer, in welcher die Veränderungen vorgenommen werden sollen, Balkenlagen, so müssen diese der Vorsicht halber jedenfalls abgestützt werden, wodurch dann die Mauer für die Dauer der Abstützung der Balkenlagen entlastet, gleichzeitig aber auch dadurch wieder erheblich unterstützt wird. Zu weiterer Vorsicht bringt man auch, wenn es sonst die Umstände gestatten, während der Einlegung der eisernen Balken und der darauf vorzunehmenden Beseitigung des Mauerpfeilers äusserlich eine schräge Strebestütze gegen den oberen Theil der Mauer an, um etwa entstehende Schwankungen zu verhindern oder doch dieselben vollständig unschädlich zu machen. Diese Streben greifen jedoch nur in Pfeilermauerwerk ein und werden nicht gegen Brüstungsmauerwerk eingestellt, weil im letzteren Fall der Zweck der Strebestützen in keiner Weise erreicht werden würde.

Die zur Verbindung der eisernen Balken erforderlichen Einsteckbolzen bestehen aus viereckigen Eisenstangen, die an ihren beiden Enden mit dünneren Schraubenspindeln versehen sind, welche durch die in den Balken eingebohrten Löcher gesteckt und mit an der äusseren Seite der Balken aufzuschraubenden Muttern befestigt werden. Durch den Ansatz dieser Einsteckbolzen werden die Balken in der bestimmten Weite von einander gehalten.

Da diese Balken äusserlich gewöhnlich nur so wenig zurücktreten, dass sie nicht weiter bemauert werden können und überdies eine solche äusserliche Bemauerung wieder besondere Vorrichtungen erforderlich machen würde, so führt man gewöhnlich das obere Rahmholz des einzusetzenden Fensters vor dem äusseren Balken auf und überdeckt dann das vorstehende Holz oberhalb durch einen starken Weissblechstreifen oder Bleistreifen, welcher in der Mauer seine Befestigung erhält. Oder man befestigt vor den eisernen Balken besonders dazu hergestellte der übrigen Architektur des Gebäudes anpassende Verzierungen von Gusseisen, welche, da sie keinen weiteren Zweck als nur den einer Verzierung haben, sehr dünne gegossen werden können.

Will man aber einen solchen horizontalen Sturz äusserlich bemauern, so müssen die beiden Balken, nämlich der mittlere und der äussere Balken um soviel näher zusammengelegt werden, als die Stärke der Vormauerung beträgt und hat man dann an der unteren Kante des äusseren Balkens äusserlich eine vortretende genügend starke eiserne Platte anzunieten, auf welcher das Kantsteinmauerwerk vor dem Balken zu stehen kommt.

Wenn nun auch im Allgemeinen die Ausführung derartiger Arbeiten keiner grossen Schwierigkeit unterworfen ist und mitunter sogar sehr leicht erscheinen mag, so ist dennoch immer mit grosser Vorsicht hierbei zu verfahren, um auch für die Folge sicher gestellt zu sein.

Hat man in einer vollen Mauer eine Oeffnung herzustellen, welche nicht mit einem horizontalen Sturz überdeckt werden soll, sondern wo der obere Schluss in Form eines Stichbogens oder Kreisbogens hergestellt wird, so kann man diese Arbeit ohne jede weitere Abstützung vornehmen und ausführen und zwar in folgender Weise.

Nachdem man vorher genau die innere, sowie auch die äussere Wölblinie des Bogens auf der äusseren Fläche der Mauer verzeichnet hat, schlägt man an beiden Widerlagern des herzustellenden Bogens Löcher durch die Mauer und zwar genau der Wölblinie anpassend. Diese Löcher macht man je nachdem es erforderlich ist, 47 bis höchstens 62 Zentimeter lang und beginnt dann von beiden Enden her das Bogenmauerwerk auszuführen, wobei man aber nicht unterlassen darf, die obere Mauer gleich wieder dicht und vollständig zu untermauern. Ist die Arbeit soweit vorgeschritten, dass die Oeffnungen wieder dicht gemauert sind, öffnet man wieder von beiden Seiten her nach der Mitte zu die erforderliche Bogenöffnung und führt das Bogenmauerwerk von beiden Seiten her in der eben angegebenen Weise weiter; man fährt dann in dieser Weise fort bis zum vollständigen Schluss des Bogens, wobei aber immer Rücksicht darauf zu nehmen ist, dass vor Weiterführung das obere Mauerwerk wieder vollständig und dicht untermauert wird. Hat dann das Bogenmauerwerk einige Tage gestanden und ist anzunehmen, dass der Mörtel in den Fugen desselben einigermaassen erhärtet ist, so schlägt man das Mauerwerk unterhalb des Bogens, welches bis dahin als Wölbscheibe gedient hatte, weg. Hierbei ist aber auch mit Vorsicht zu verfahren und beginnt man damit, dass man zuerst die Steine unter dem Scheitel des Bogens beseitigt, wo man alsdann die weiteren Schichten ohne viele Erschütterungen zu verursachen, mit Leichtigkeit wegnehmen kann. Eine Zeichnung hierzu ist nicht erforderlich, indem dieser Gegenstand schon für sich leicht verständlich ist.

Achtes Kapitel.

§ 66. Die gewölbten Treppen.

Es ist keineswegs die Absicht, den massiven Treppenbau hier vollständig und in allen Theilen zu besprechen, sondern es sollen hier nur einige der massiven und gewölbten Treppen näher angezogen werden, um, ohne weitere Rücksicht auf die Lehre vom Steinschnitt zu nehmen, einen allgemeinen Begriff

davon zu geben, und wird im Uebrigen auf die verschiedenen Werke verwiesen, in welchen nach allen Richtungen hin der Treppenbau speziell abgehandelt wird.

Die Haupterfordernisse einer guten Treppe sind einmal, dass sie leicht zugänglich sind und sich möglichst bequem hinauf- und herabsteigen lassen, und ferner, dass sie eine hinlängliche Breite erhalten, damit mindestens zwei sich begegnende Personen bequem und ohne alle Gefahr neben einander vorbei kommen können. Dass man bei grösseren Treppenanlagen nicht allein eine grössere Breite verlangt, als hierzu erforderlich ist, sondern bei grösserer Höhe auch für angemessene Ruheplätze (Podeste) Sorge zu tragen hat, versteht sich ganz von selbst. Aber trotzdem diese Erfordernisse so sehr in die Augen fallen und von Jedem, der eine Treppe hinauf- und herabsteigen muss, es sofort und direkt empfunden wird, ob dieselbe diesen Erfordernissen entspricht, so findet man in neuer Zeit dennoch manche Treppenanlagen ausgeführt, bei denen hierauf zu wenig Rücksicht genommen ist, welches dann nicht selten darin die Ursache findet, dass man den zu einer Treppe erforderlichen Raum zu klein bemisst, indem man die den Treppen zunächst angrenzenden Zimmer auf Kosten des zu einer bequemeren Treppenanlage erforderlichen Raums vergrössert und somit das sogenannte Treppenhaus verkleinert, ohne aber die Höhe des Stockwerks demgemäss auch zu verringern, um eine geringere Anzahl von Stufen erforderlich zu machen, — oder, dass man die zu den Treppenanlagen erforderlichen Oeffnungen in den Decken der Stockwerke zu klein anordnet, welches aber im Allgemeinen mit Obigen gleichbedeutend ist.

Im Allgemeinen theilt man die Treppen in gerade aufgehende, d. h. in solche, welche gerade Treppenarme erhalten und bei denen die Treppenstufen sämmtlich eine gleiche Breite erhalten, — und in gewundene, bei denen die Treppenarme keine gerade Richtung erhalten und die Treppenstufen nach der inneren Seite hin schmäler als an der anderen Seite sind, wie die sogenannten Wendeltreppen.

Die Höhe eines jeden einzelnen Trittes oder einer Stufe, also um welche die Oberfläche derselben senkrecht von der nächst unteren oder der nächst oberen entfernt ist, heisst die „Steigung“. Die Breite einer jeden einzelnen Stufe, welche dieselbe in wagerechter Richtung erhält, heisst der „Auftritt“, und die Seitenmauern oder Seitenstücke, in welchen die Stufen liegen, oder womit sie an ihren Stirnenden begrenzt werden, heissen die „Wangen“.

Zur Herstellung einer bequemen Treppe, abgesehen von der Breite derselben, ist es erforderlich, dass die Steigung der Stufen, sowie auch der Auftritt derselben, also ihre Höhe und ihre Grundbreite in einem richtigen Verhältniss zu einander stehen, dass überhaupt der Neigungswinkel der Treppe nicht zu gross, aber auch wieder nicht zu gering werde. Dass ferner bei einer und derselben Treppe die sämmtlichen Stufen stets eine durchaus gleiche Steigung erhalten müssen, bedarf wol kaum der Erwähnung; denn wollte man den einzelnen Stufen eine verschiedene Höhe geben, wenn auch nur mit geringen Unterschieden, so würde eine solche Treppe nicht allein höchst unbequem, sondern sogar, und namentlich beim Herabsteigen im höchsten Grade gefährlich werden.

Man nimmt die Steigung der Stufen, wenn die Treppe auf Bequemlichkeit Anspruch machen soll, nicht kleiner als 15 Zentimeter und nicht grösser als höchstens 19 Zentimeter an.

Was nun die Grösse des Auftritts einer Stufe, welche von der festgesetzten Steigung abhängig ist, betrifft, so ist gewöhnlich die Regel, dass man die doppelte Höhe oder Steigung einer Stufe in Zentimeter zu 62 Zentimeter ergänzt und diese Ergänzung dann als Breite der Stufe oder als Auftritt derselben annimmt. Bei einer Steigung der Stufen von 18 Zentimeter würde die doppelte Höhe gleich 36 Zentimeter und die Ergänzung derselben zu 62 Zentimeter, würde 26 Zentimeter betragen und sonach würde die Breite der Stufe oder der Auftritt sich hier zu 26 Zentimeter ergeben.

Diese Regel ist wol anwendbar, wenn die Steigung der Stufen 15 Zentimeter beträgt, wo dann die Breite des Auftritts gleich 31 Zentimeter wird. Beträgt aber die Höhe der Steigung der Stufen mehr als 15 Zentimeter, so wird der Auftritt, welchen man nach obiger Regel erhält, jedenfalls zu geringe. Beim Hinaufsteigen der Treppe ist die dadurch entstehende Unbequemlichkeit weniger zu bemerken, weil man in diesem Falle mit dem Fusse möglichst weit auftreten kann und überhaupt der Schritt auch kleiner wird. Dagegen beim Heruntersteigen der Treppe, wo man unwillkürlich grössere Schritte macht, tritt die dadurch entstehende Unbequemlichkeit in erheblich höheren Grade hervor, weil, wenn man dann nicht fortwährend mit dem Fusshacken gegen die Setz- oder Futterstufen anstossen will, beim Herabsteigen dann den Fuss vorrücken muss und somit die Fussspitze dann fortwährend über die Trittstufe vorragt, wodurch aber, zumal man beim Heruntersteigen unwillkürlich grössere Schritte zu machen geneigt ist, der Gang auf der Treppe leicht sehr unsicher wird. Um diese Nachtheile zu verhindern, werden gewöhnlich die Trittstufen, namentlich, wenn sie aus einzelnen aufgelegten Platten bestehen, an ihrer vorderen Kante mit 3 bis 5 Zentimeter vortretenden Gliedern (mit einem Vorstoss) versehen, wodurch zwar die Breite jeder Trittstufe um soviel vergrössert wird, ohne dass aber die Trittstufe im Grunde eine grössere Breite erhält und ohne dass der beabsichtigte Zweck erreicht wird. Beim Hinaufsteigen der Treppe gewährt eine solche Verbreiterung jeder einzelnen Trittstufe insofern Vortheil, dass der gehobene Fuss vollständig auftreten kann. Beim Hinuntersteigen der Treppe wird aber durch diese Verbreiterung der Trittstufen nichts erreicht, weil, wie auch schon angeführt, dadurch eine Grundverbreiterung der einzelnen Stufen selbst nicht erhalten wird, sondern der wagerechte Abstand der vorderen Kanten der Stufen von einander ganz derselbe bleibt. Es ist daher die Unsicherheit beim Hinuntersteigen der Treppe durch diese Einrichtung keineswegs aufgehoben.

Diese erwähnten Nachtheile lassen sich nun jedenfalls mehr oder weniger vermeiden und man wird auch überhaupt die Treppen bequemer erhalten, wenn man bei Bestimmung der Breite des Auftritts einer Stufe, sobald die Steigung 17 Zentimeter und darüber beträgt, die Ergänzung nicht, wie oben angeführt wurde, zu 28 Zentimeter, sondern zu 31 Zentimeter annimmt, also die durch obige Regel erhaltene Breite des Auftritts um 3 Zentimeter vergrössert. Ist nämlich die Steigung gleich 17 Zentimeter festgesetzt, so würde sich hiernach die Breite des Auftritts, also der Trittstufe im Grunde, statt 28 Zentimeter, hier zu 31 Zentimeter ergeben. Bei einer Steigung von 18 Zentimeter würde die Breite des Auftritts 28 Zentimeter statt nach obiger Regel nur 26 Zentimeter werden müssen.

Dass durch die hier angegebene Verbreiterung der Trittstufen die Neigung der ganzen Treppe sich ebenfalls ändert, ist leicht erklärlich und lässt sich durch Rechnung ohne Schwierigkeit nachweisen.

Ist z. B. die Steigung zu 15 Zentimeter Höhe und die Breite der Trittstufe zu 31 Zentimeter angenommen, so ergibt sich der zugehörige Neigungswinkel der Treppe gleich 26° 33′ 49″.

Bei einer Steigung von 18 Zentimeter und einer Trittbreite von 26 Zentimeter ergibt sich der Neigungswinkel der Treppe gleich 34° 59′ 31″.

Bei einer gleichen Steigung und einer Trittbreite von 28 Zentimeter ergibt sich der Neigungswinkel der Treppe gleich 32° 28′ 16″ und

bei gleicher Steigung und einer Trittbreite von 31 Zentimeter ergibt sich der Neigungswinkel der Treppe gleich 30° 15′ 23″.

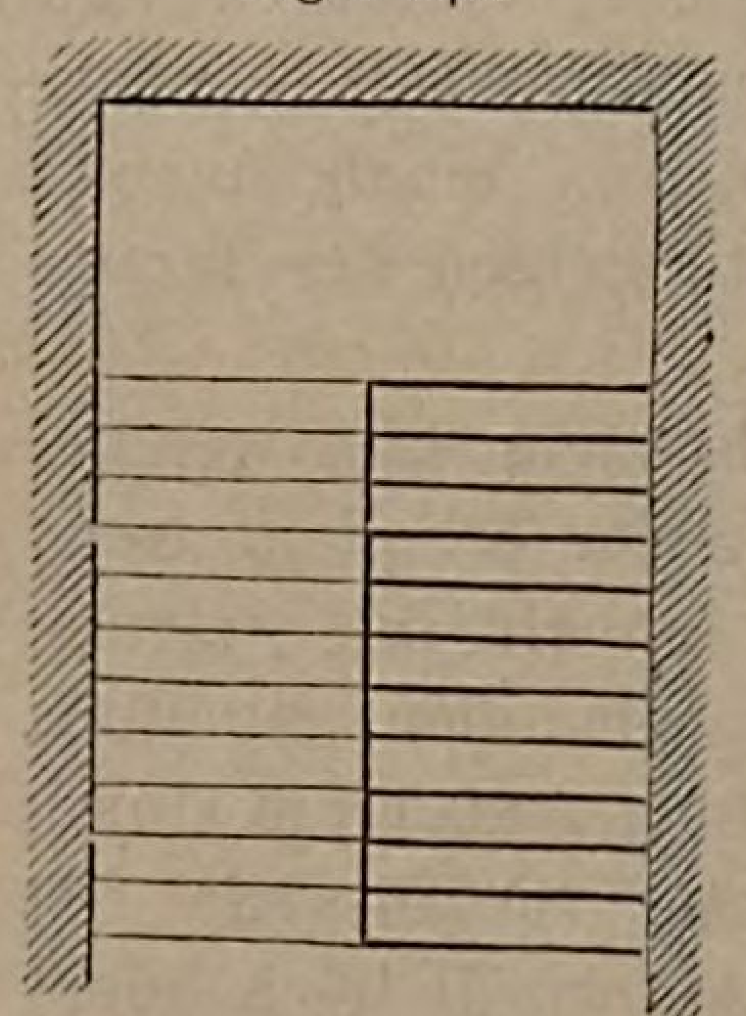
Aus den drei letzteren Angaben lässt sich nun sehr leicht erkennen, dass man die steigende Lage einer Treppe wesentlich vermindern und in Folge dessen auch jedenfalls dieselbe erheblich bequemer erhalten kann, wenn man bei festgesetzter Steigung die Breite der Trittstufen oder den Auftritt vergrössert.

Um die Grösse der Grundfläche zur Anlage einer Treppe bestimmen zu können, ist erforderlich, dass man zunächst die Anzahl der Steigungen ermittelt; hat man diese ermittelt, so ergibt sich auch sofort die Anzahl der Stufen, wobei man jedoch zu beachten hat, dass jeder Austritt auf den Treppenflur oder wenn Podeste angeordnet werden, auch der Austritt auf jedes Podest als Steigung und Auftritt zugleich zählt, also deren Breite des Auftritts hierbei nicht in Betracht gezogen wird.

Bei Feststellung der Anzahl der Podeste für eine Treppe ist ferner zu beachten, dass die zwischenliegenden Treppenarme möglichst eine gleiche Anzahl Stufen erhalten. Hat man mehrere Podeste in einer Treppe und man gibt den Treppenarmen eine verschiedene Anzahl von Stufen, so wird dadurch die Treppe sehr leicht Veranlassung zu Unglücksfällen geben und unbedingt auch unbequem werden.

Nach Feststellung der Anzahl der Stufen und der Podeste, und nach Feststellung der Breite des Auftritts und der Breite der Treppe selbst, lässt sich nun die Berechnung der nötigen Grundfläche zur Anlage einer Treppe leicht anstellen.

Figur 248.



Es sei z. B., wie in der beistehenden Figur 248 dargestellt ist eine 1,56 Meter breite Treppe von 24 Steigungen und 287 Millimeter breiten Auftritten mit zwei gleich langen Treppenarmen und einen für beide neben einander liegenden Treppenarme durchstreckenden Podest anzulegen, so erhält jeder Treppenarm 12 Steigungen, jedoch nur 11 Stufen, jede 287 Millimeter breit.

Die Breite des Raums für die doppelte Treppenbreite beträgt 2 × 1,56 Meter = 3,13.

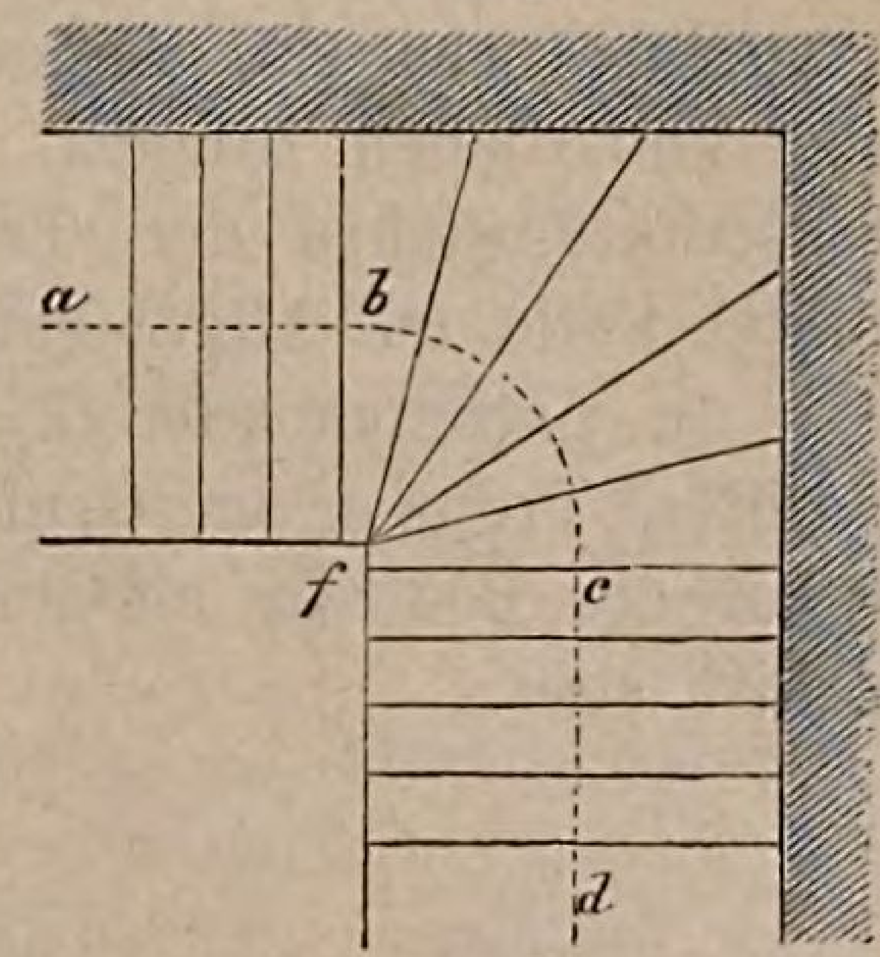
Die Länge des erforderlichen Raums auf die Länge eines Treppenarms mit 12 Steigungen, aber nur 11 Stufen à 287 Millimeter Breite beträgt

	3,15 Meter
ferner für die Breite des Podestes .	1,56 „
also zusammen	4,71 Meter.

Diese Länge des Raums ist für die Treppenanlage selbst erforderlich; es versteht sich nun von selbst, dass vor der Treppe der nötige Raum zum Antritt als auch zum Austritt erforderlich sein muss.

Gebricht es an Raum für die Podeste und ist man genötigt in den Wangen der Treppe gewundene Stufen anzubringen, so gibt man den Stufen, indem man annimmt, dass der Aufsteigende um ein gleichmässiges Emporsteigen zu erzielen, sich auf der Mitte der Stufen hält, an dieser Stelle eine solche Breite, wie die Auftrittsbreite der geraden Stufen beträgt. Zu diesem Zwecke zieht man, wie in nebenstehender Figur 249 dargestellt ist, die Mittellinien a b und c d und beschreibt dann von f aus zwischen b und c einen Kreisbogen und trägt auf dieser Bogenlinie von b ab die Breite des Auftritts weiter ab. Es lässt sich hier ebenfalls ohne grosse Schwierigkeit die Grösse des zur Aufstellung einer solchen Treppe erforderlichen Raums ermitteln.

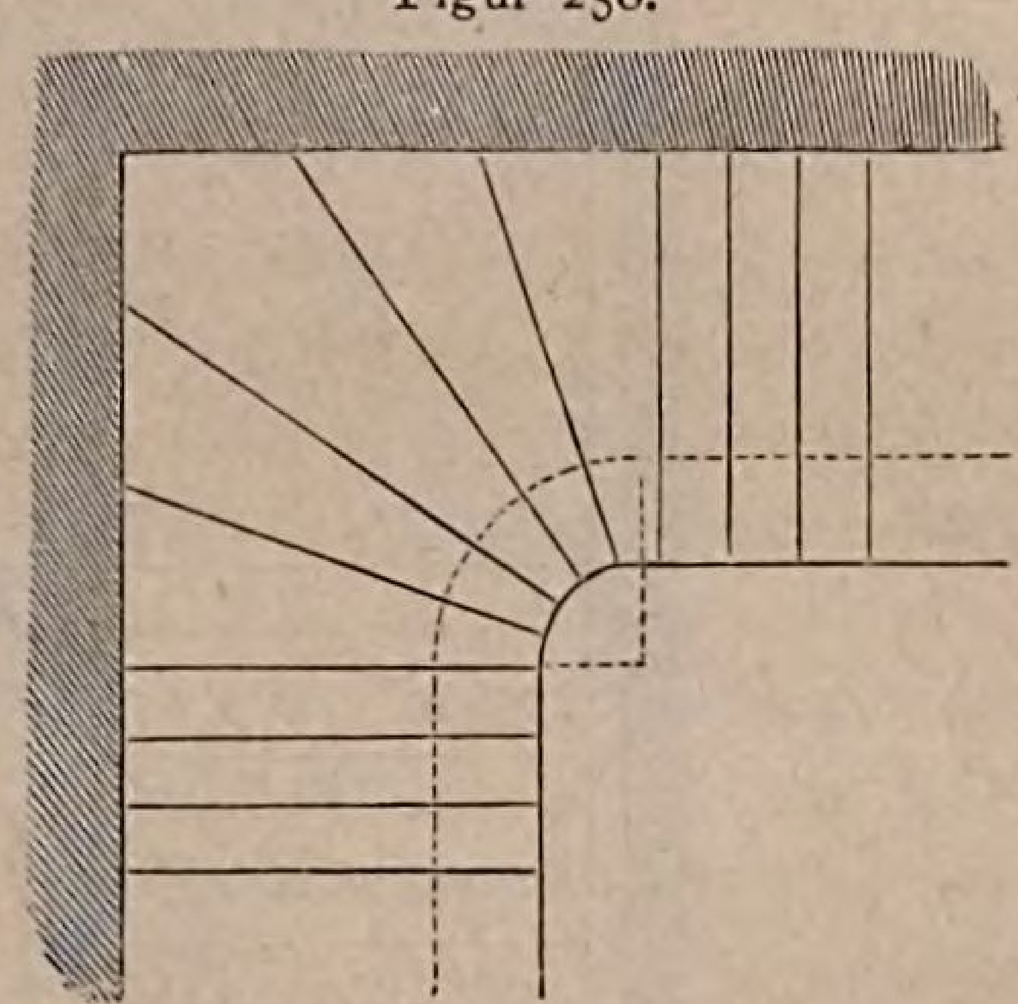
Figur 249.



Allein, wenn der Raum zu der aufzustellenden Treppe nicht zu beschränkt ist und es sonst die Verhältnisse gestatten, denselben noch etwas auszudehnen, so ist es vorzuziehen, dass man bei Eintheilung der Stufen im Grunde nicht die oben angenommene mit der Mittellinie des Treppenarms zusammentreffende Bogenlinie wählt, sondern dass man, um mehr an der Spindel die Breite des Auftritts möglichst zu vergrössern, die Bogenlinie für die Eintheilung der Stufen der Spindel der Treppe näher rückt. Der Mittelpunkt für diese Bogenlinie liegt aber dann nicht in der Spindelecke, sondern wird derselbe ausserhalb derselben gewählt. Hierbei wird an der äusseren Seite der Treppe zwar die Unbequemlichkeit eines zu breiten Auftritts geschaffen, welcher Nachtheil aber dennoch nicht so erheblich ist, als wenn die Stufen nahe der Spindel fast in eine Spitze auslaufen.

In nebenstehender Figur 250 ist diese Eintheilung näher angedeutet.

Figur 250.



Bei Anlage von Wendeltreppen lassen sich die oben angegebenen allgemeinen Regeln nicht durchaus anwenden, denn es kommt vor, dass die Steigung der Stufen auf 20 bis 23 Zentimeter sich erhöht.

Endlich ist hier noch anzuführen, dass bei allen Anlagen von Treppen stets darauf zu sehen ist, dass der leere Raum über der Treppe von jeder Stufenfläche auf eine lothrechte Höhe von mindestens 2,19 Meter erhält. Ist diese geringer, so läuft man Gefahr beim Hinaufsteigen der Treppe mit dem Kopfe anzustossen, weil beim Aufsteigen der Körper jedesmal mehr gehoben wird, als die Steigung der Stufe selbst beträgt, oder man ist genötigt, gebückt hinaufzusteigen. Auch beim Heruntersteigen der Treppe treten die aus einer zu geringen freien Durchgangshöhe entstehenden Nachtheile sehr erheblich hervor.

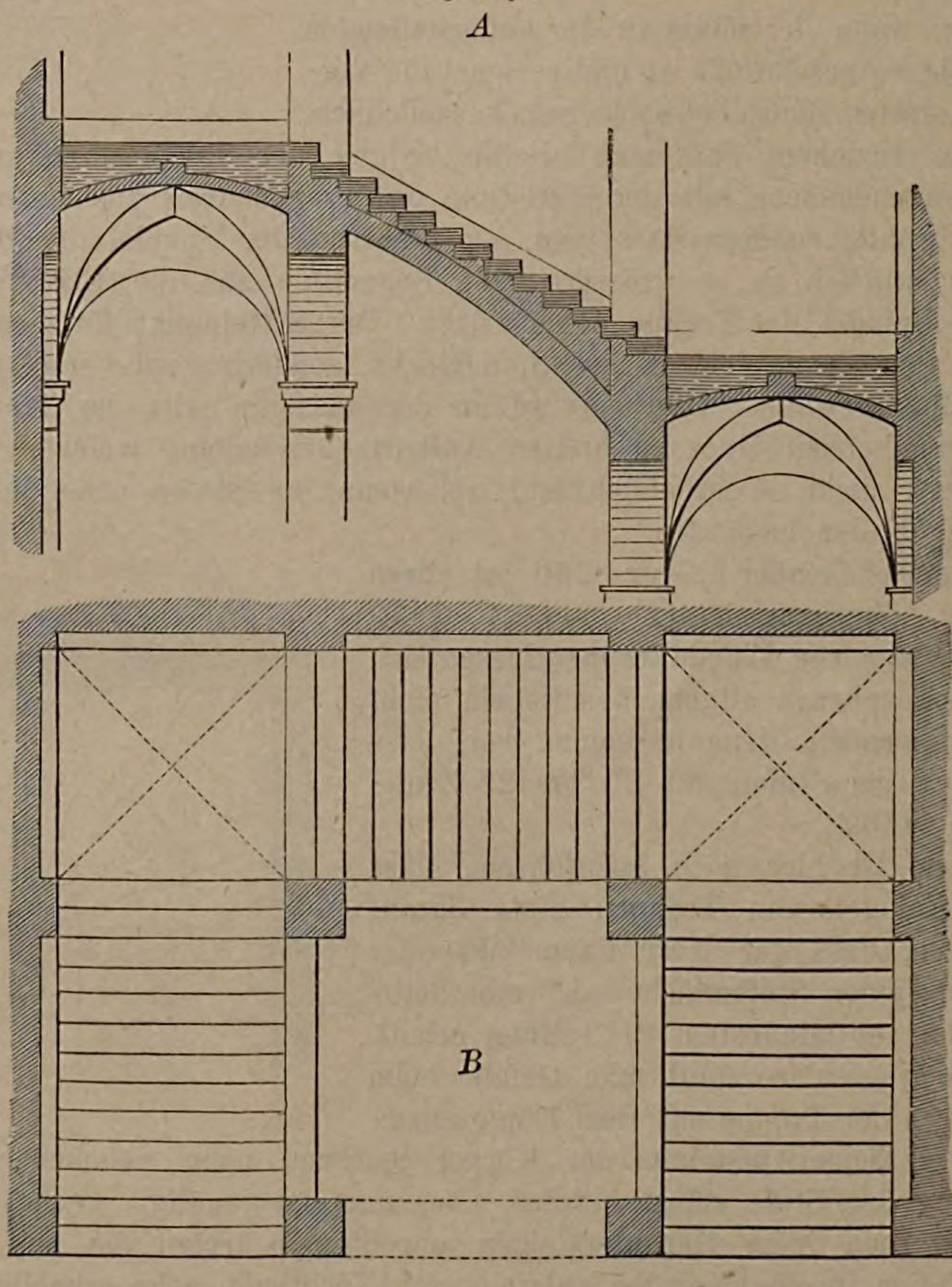
Richtige und zweckmässige Treppenanlagen herzustellen, ist nicht selten mit grossen Schwierigkeiten verbunden und es wäre daher nicht selten sehr sachgemäss, dass die mit der Ausführung solcher Anlagen Beauftragten nicht nur die Dekoration und äusserliche Ausschmückung der Treppenanlagen als Hauptsache betrachteten, sondern zunächst ihr Hauptaugenmerk darauf richteten,

die Treppenanlagen mit ihren Zugängen und Ausgängen möglichst bequem herzustellen.

Wie schon oben erwähnt, ist es durchaus nicht die Absicht, hier den Bau der massiven Treppen in allen Theilen speziell zu besprechen, sondern wird in dieser Beziehung auf andere Werke, die nur speziell über Treppenbau handeln, verwiesen, als namentlich „der feuerfeste Treppenbau aus natürlichen und künstlichen Steinen u. s. w. von *W. A. Becker*“ und ferner „die Baukonstruktionslehre der Treppen u. s. w. von *J. Manger*“. Hier sollen nur einige Fälle im Allgemeinen besprochen werden.

In nachstehender Figur 251 ist ein Treppenhaus mit massiven unterwölbten Treppen im Grundriss und im Durchschnitt dargestellt, bei welchen sowol die Podeste, als auch die Wangen und die Stufen von Sandstein konstruirt sind.

Figur 251.



Die Podesträume sind hier mit Kreuzkappengewölben unterwölbt, auf welchen die Sandsteinplatten der Podeste verlegt werden. Diese Gewölbe erhalten ihre Widerlager auf den in der Mitte freistehenden Pfeilern und auf den diesen gegenüberliegenden Wandpfeilern an den Seitenmauern, welche Pfeiler dann wieder gegenseitig durch Gurtbogen mit einander verbunden sind.

Die Treppenarme sind hier mit sogenannten Treppenkappen (steigenden Kappen) unterwölbt, welche zwischen den betreffenden Pfeilergurtbogen hergestellt, bis zur äusseren Kante der Treppenwange vortreten. Die hierüber zu legenden Treppenstufen und Wangen müssen genügend untermauert werden, damit ein Abrutschen der Treppenstufen nicht stattfinden kann. Bei einer gehörig sorgfältig ausgeführten Arbeit ist aber ein solches Abrutschen der Treppenstufen nicht zu befürchten, weil die einzelnen Stufen nicht nur auf der wagerechten Untermauerung, sondern auch dieselben gleichzeitig auf der nächst unteren Stufe ruhen. Es ist daher vor allen Dingen notwendig, dass die unteren Stufen eines jeden Treppenarms durchaus sicher untermauert werden. Diese unteren Stufen müssen aber ausserdem mit ihren Enden in das Mauerwerk der Pfeiler eingreifen und hier fest vermauert werden, wodurch dann die sichere Lage derselben noch mehr erhalten wird.

In Betreff des Gewölbeschubes, der hier entsteht, ist hauptsächlich in Rücksicht auf die beiden vorderen Pfeiler der Treppe eine genügende Sicherheit gegen das Ausschieben zu schaffen, welche dadurch erhalten werden kann, dass äusserlich starke Gegengurtbogen angeordnet werden, oder dass diese Pfeiler gleichzeitig die Begrenzungpfeiler gewölbter Vorhallen bilden. Bei den inneren freistehenden Pfeilern wird der Schub im Allgemeinen durch den gegenseitigen Druck der Gurtbogen gegen dieselben aufgehoben. Dieses schliesst aber dennoch nicht vollständig aus, dass die Pfeiler nach diagonaler Richtung ausweichen können, wesshalb es vorzuziehen ist, dieselben nach beiden Richtungen der Gurtbogen hin oberhalb derselben, jedesmal mit den äusseren Seitenmauern tüchtig zu verankern, welches hier auch ohne allen Nachtheil hergestellt werden kann. Durch eine solche Verankerung werden die Gurtbogen, welche den steigenden Kappen als Widerlager dienen, gleichzeitig noch mehr befestigt.

Statt der Untermauerung der Treppenarme mit steigenden Kappen, wie in der obigen Figur angegeben ist, wendet man auch diejenige mit steigenden Kreuzkappengewölben an, wo dann der äussere begrenzende Gurtbogen ebenfalls ein steigender Bogen wird. Durch diese Anordnung wird ein bedeutend besseres Aussehen der Treppe erhalten, indem, da hierbei die Anfänge der sämmtlichen Bogen, welche einen und denselben Pfeiler zum Widerlager haben, in gleiche Höhe gelegt werden, eine Regelmässigkeit erhalten wird, welches bei der Anordnung der steigenden Kappe nicht der Fall ist, oder es müsste äusserlich ein besonderer Gurtbogen hergestellt werden, welcher aber dann wieder zu der inneren Kappe durchaus nicht passte.

Die Anwendung der steigenden Tonnengewölbe zur Untermauerung der Treppenarme ist jedenfalls verwerflich. Bei dieser Anordnung ist es zur Herstellung der erforderlichen Widerlager für die steigenden Tonnengewölbe erforderlich, dass statt der inneren freistehenden Pfeiler, welche, wie in dem vorhergehenden Falle erwähnt, durch steigende Gurtbogen mit einander verbunden werden, dichte Mauern von Grund auf hergestellt werden. Wollte man hier dennoch Gurtbogen anwenden, so würden dieselben sehr niedrig heruntergeführt, hergestellt werden müssen, um die Widerlager für das steigende Tonnengewölbe zu erhalten. Dasselbe würde auch stattfinden, wenn statt des Tonnengewölbes ein Kappengewölbe angewendet würde. Man würde in beiden Fällen die Zwischenmauer so stark herstellen müssen, damit sie dem Gewölbeschub in hinreichendem Grade Widerstand leisten könnte.

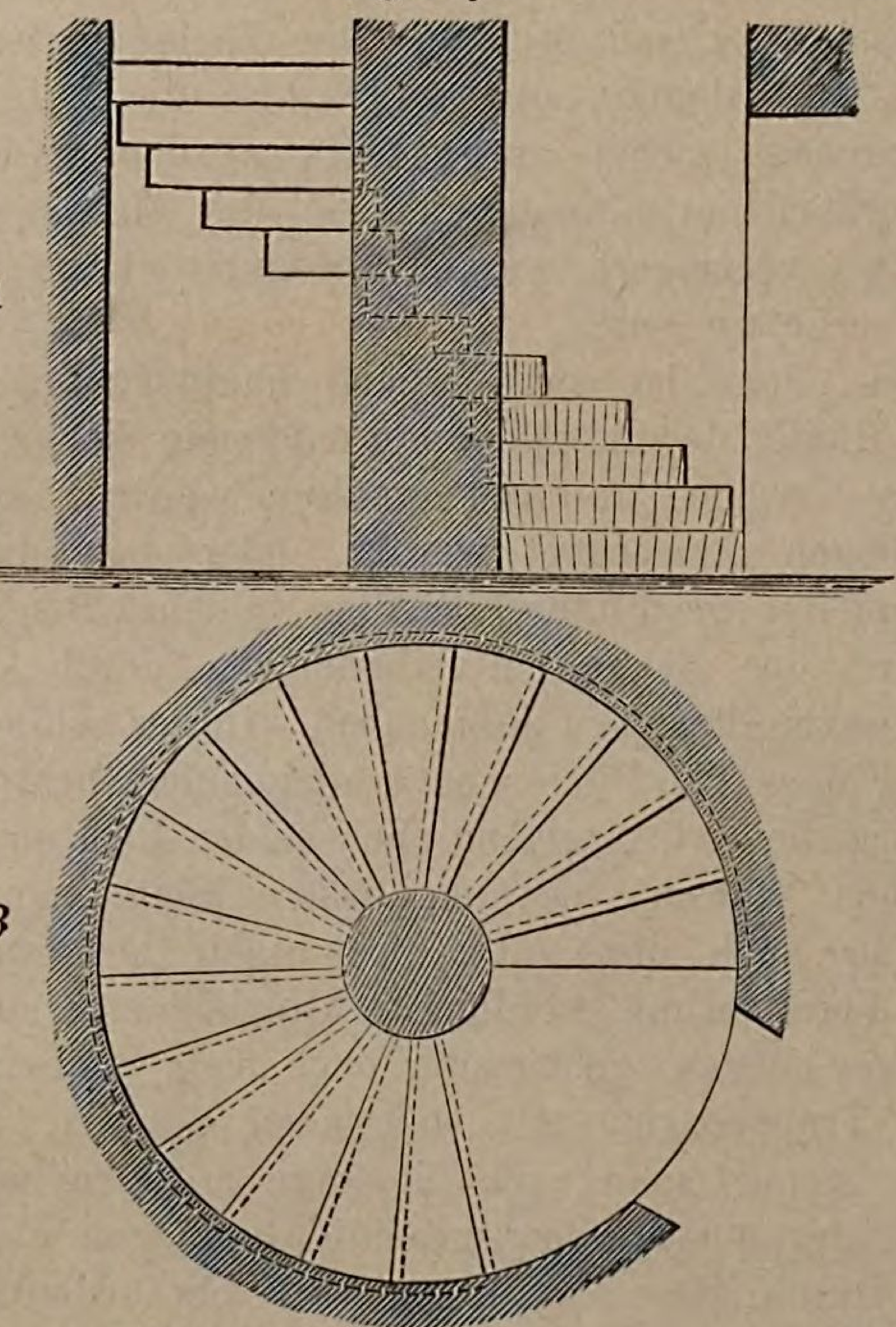
Wenn diese zuletzt angegebene Treppenkonstruktion nicht durch ganz triftige Gründe bedingt wird, so ist es jedenfalls am vortheilhaftesten, sie gar

nicht anzuwenden, indem sie keinerlei Vortheile vor den oben erwähnten Treppenanordnungen voraus hat, sondern ausser anderen Nachtheilen, namentlich in Betreff der Schmälerung des Lichts, ihre Ausführung noch bedeutend mehr Kosten verursacht wegen der grösseren Menge von Mauerwerk, welche hierbei erforderlich wird.

Figur 252.

A

B

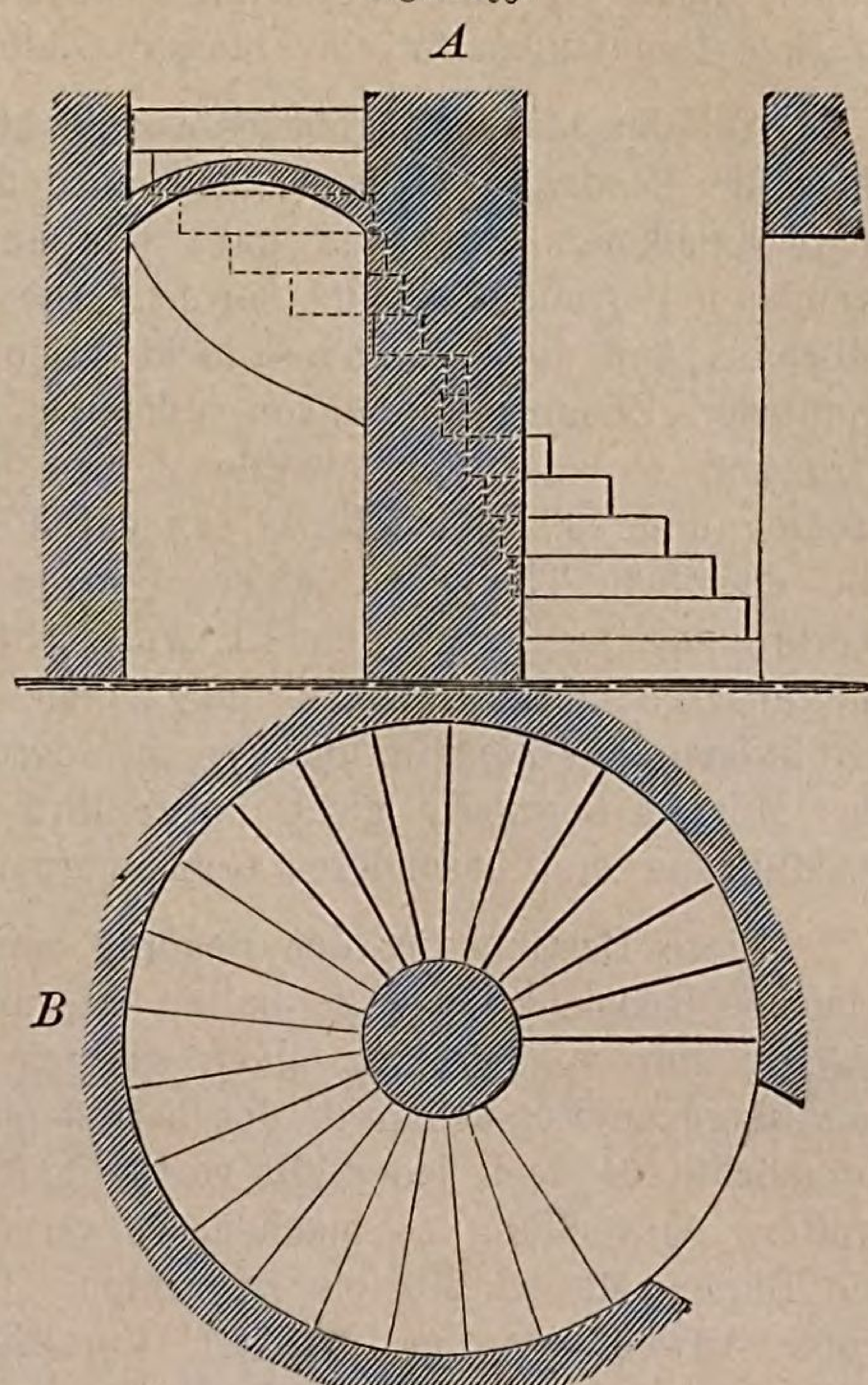


In nebenstehenden Figuren 252 A B ist eine um eine gemauerte Spindel sich herumwindende runde Treppe (Wendeltreppe) mit gemauerten Stufen im Grundriss und im Durchschnitt näher dargestellt.

Jede einzelne Stufe besteht hier aus einem scheitrechten gewölbten Bogen, welcher zentral nach dem Mittelpunkt der Spindel gerichtet ist. Hierbei wird die vorhergehende untere Stufe durch die nächstfolgende jedesmal um einige Zoll überdeckt und da somit die sämmtlichen Stufen sich gegenseitig unterstützen, wird der Gesammtdruck der sämmtlichen Stufen zum grossen Theil auf die unterste Stufe fortgepflanzt, welche aber wieder durch ein gemauertes Fundament, oder wenn die Treppe im oberen Stock unterbrochen wird und hier ein gemauertes Podest erhält, durch einen starken gemauerten Bogen unterstützt wird. Die gemauerte Spindel muss aus besonders geformten Steinen ausgeführt werden, weil sie meistens nur einen verhältnissmässig geringen Durchmesser erhält. Bei jeder einzelnen Stufe wird an der Spindel ein Widerlager gemauert, dagegen muss an der Umfangsmauer der Treppe jedesmal ein solches eingehauen werden. Gleichzeitig mit der Spindel werden auch die einzelnen Stufen gemauert, dagegen wird die runde Umfangsmauer selbstständig für sich vorher aufgeführt. Will man diese gewundenen Treppen sehr haltbar machen, d. h. will man sie gegen baldiges Austreten schützen, welches bei Anwendung von Ziegelsteinen jedenfalls leicht stattfindet, wie dieses sich auch bei alten Thurmtreppen, die nur aus Ziegelsteinen gemauert sind, sehr häufig zeigt, so legt man auf die scheitrechten Stufenbogen besonders dazu passend hergerichtete Sandstein- oder Schiefersteinplatten. Diese Steinplatten müssen aber mit ihrer hinteren Kante um etwa 4 bis 6 Zentimeter unter das Mauerwerk der nächstfolgenden Stufe jedesmal untergeschoben werden, weil sie sonst lose werden und alsdann das Hinauf- und Heruntersteigen der Treppe unsicher machen. Diese Steinplatten müssen aber gleichzeitig bei Herstellung der Stufen aufgelegt und dicht bemauert werden, weil sonst die gegenseitige Unterstützung der Stufen nicht erhalten werden würde.

In nebenstehenden Figuren 253 A B ist ebenfalls eine runde, um eine Spindel sich herum windende Treppe im Grundriss und im Durchschnitt dargestellt, bei welcher aber die einzelnen Stufen durch ein um die Spindel herumgewundenes Kappengewölbe unterstützt werden.

Figur 253.



Hierbei werden die Stufen, je nachdem das Gewölbe mit der Spindel aufgeführt wird, ebenfalls gemauert und mit Holz oder Steinplatten belegt. Es ist aber hierbei namentlich auf eine tüchtige Befestigung der einzelnen Stufen Rücksicht zu nehmen, um ein Abrutschen derselben zu verhindern, weil hier eine gegenseitige Unterstützung der Stufen in weit geringerem Grade stattfindet und ein Abrutschen der Stufen auf der schrägen Oberfläche des Gewölbes sehr leicht vorkommen kann. In diesem Falle würde es. daher auch vorzuziehen sein, die einzelnen Stufen nicht zu mauern, sondern dieselben ganz aus Sandstein oder Granit in solcher Länge herzustellen, dass sie an beiden Enden jedesmal noch bemauert werden können.

Diese Arten von Treppen finden im Allgemeinen wegen ihrer grossen Unbequemlichkeit in jetziger Zeit nur sehr wenig Anwendung, und findet man sie dann hauptsächlich nur in engeren Räumen und namentlich nur als Thurmtreppen angewendet. Wendet man diese Wendeltreppen in Wohngebäuden als Nebentreppen an, so findet man sie meistentheils aus Holz oder Eisen konstruirt, weil in diesem Material die Treppen jedenfalls noch geräumiger hergestellt werden können.

Bei dieser Gelegenheit muss noch erwähnt werden, dass in neuerer Zeit mehrfach, sowol in Baujournalen als auch in besonderen Werken über Baukunst, Treppenkonstruktionen aus Ziegelsteinen mit Portland-Zement vermauert, bestehend und auf den leichtesten Gewölben, in gleicher Weise ausgeführt, ruhend als zur Ausführung geeignet beschrieben werden und durch beigefügte spezielle Konstruktionszeichnungen noch näher dargestellt sind, denen man aber keineswegs die Eigenschaft, als zur Ausführung geeignet, beilegen kann. In ganz einzelnen Fällen hat man solche Treppenkonstruktionen auch wol mit augenblicklichem Erfolge ausgeführt und sind dann diese einzelnen gelungenen Erfolge auch sofort als Muster für alle übrigen Fälle unter gleichen Verhältnissen geltend, beschrieben und als zur Nachahmung geeignet, mehr oder weniger befürwortet. Man hat aber dabei nie näher angegeben, wie viele Versuche bis zur Erlangung einer vorläufig haltbaren Konstruktion als misslungen gemacht worden sind. Man ersieht auch überall aus den näheren An-

gaben nicht, ob eine in der angegebenen Weise ausgeführte Konstruktion unter starker Benutzung für eine längere Zeitdauer erhalten wurde.

Aus den hierbei gegebenen Konstruktionszeichnungen ist deutlich ersichtlich, dass die Festigkeit einer solchen ausgeführten Treppe in hohem Grade, man kann annehmen ganz und gar, nur auf die Güte und Bindekraft des verwendeten Portland-Zements beruht. Die Bindekraft und Güte des verwendeten Mörtels kann aber durchaus nicht allein genügen, die Festigkeit einer ausgeführten Konstruktion davon abhängig zu machen, sondern es soll die Konstruktion so ausgeführt werden, dass die Theile derselben sich gegenseitig stützen und soll der Mörtel wesentlich nur das Bindemittel abgeben, um die einzelnen Theile zu einem Ganzen zu verbinden. In einer Baupolizei-Verordnung in Berlin vom 11. April 1865, § 7, wird schon besonders darauf hingewiesen, dass Gewölbe und Bogen unter 5 Zoll Stärke und solche Konstruktionen aus Ziegeln und Zement, deren Festigkeit allein auf der Bindekraft des Mörtels beruhen, nicht ausgeführt werden dürfen, sondern im Fall der Ausführung erst besonderer Genehmigung bedürfen.

Diese Bestimmung der Behörde zeigt schon zur Genüge, was von dergleichen Konstruktionen zu halten ist, und da überhaupt, wie auch schon erwähnt, nur von den einzelnen gelungenen Versuchen die Rede ist, von den misslungenen Versuchen in den betreffenden Artikeln aber nichts erwähnt wird, so möchte es doch jedenfalls vortheilhafter sein, von solchen Vorschlägen keine weitere Anwendung zu machen, es sei denn, dass man Versuche anstellt, um die Bindekraft des Mörtels zu prüfen. Denn wenn auch in vereinzelten Fällen unter Anwendung der grössten Vorsicht ein Erfolg erzielt wurde, welcher Erfolg aber dann gleich auch als Beweis für die Brauchbarkeit und Tüchtigkeit angenommen wurde, so sind diese Ausführungen doch stets nur als Versuche anzusehen, wodurch praktische Erfahrungen gesammelt werden können, so weit sie die Beschaffenheit des Mörtels betreffen, die aber bei weiterer Anwendung, wenn sie sich nicht erhalten, im glücklichen Falle nur Kosten für verbrauchtes Material und für unnütz verausgabtes Arbeitslohn verursachen, im schlimmeren Fall aber ausserdem sogar noch Menschenleben in die grösste Gefahr bringen können. Es ist hier überhaupt auch gar keine Rücksicht darauf genommen, dass die Güte des in den Handel kommenden Portland-Zements durchaus nicht immer gleich ist.

Schon die Treppenunterwölbungen mit glatt liegenden Steinen (Kantsteinen) in Portland-Zement vermauert, bilden durchaus keine grosse und genügende Sicherheit, zumal wenn dieselben zur Unterstützung der Treppenstufen dienen sollen und diese letzteren keine weitere Unterstützung erhalten, indem hier die Festigkeit des Gewölbes wesentlich nur von der stärkeren Bindekraft des Portland-Zements und von der Adhäsion desselben an den Steinen abhängig ist. Entsteht nun in Folge unvermeidlicher Erschütterungen in einer solchen Gewölbfuge, welche nur eine Höhe von kaum 78 Millimeter hat, ein Riss, welches sehr leicht vorkommt, weil die in einer solchen Weise ausgeführten Gewölbe zu geringe Festigkeit besitzen, so muss notwendig im Gewölbe eine Bewegung erfolgen, weil die erforderliche Stabilität des Gewölbes fehlt. Ferner aber ist auch wieder die Höhe der Radialfugen zu geringe, als dass beim Betreten eines solchen Gewölbes die Form desselben sich nicht ändert und somit der Gefahr, dass die einzelnen Gewölbsteine sich durchdrücken oder bei einander vorbeigleiten, in keiner Weise vorgebeugt ist.

Als Versuchsanwendungen, um praktische Erfahrungen zu sammeln, möge daher diese Art Konstruktionen zu empfehlen sein, vorausgesetzt, dass man nicht nötig hat, die für solche Versuche aufzuwendenden Kosten zu scheuen. In Gebäuden aber, wo nur feste und sichere Konstruktionen stets erforderlich sind und ausgeführt werden müssen, wird man von solchen Vorschlägen niemals Anwendung machen können und dürfen.

Neuntes Kapitel.

Die Schornstein- und Feuerungsanlagen.

§ 67. Allgemeines.

Der eigentliche Ursprung der Schornsteine ist im Allgemeinen sehr unbestimmt und findet man die erste Nachricht über eigentliche Schornsteine überhaupt erst in den Werken einiger Schriftsteller des 14. Jahrhunderts, wo aber darüber als von einer neuen Erfindung gesprochen wird, die bis dahin noch als ein Gegenstand des grössten Luxus angesehen wäre.

Die älteste bekannte und zuverlässige Nachricht über diesen Gegenstand gibt eine vom Jahre 1347 datirte, in Venedig vorhanden gewesene Inschrift, worin erwähnt war, dass in dem genannten Jahre in Folge eines heftigen Orkans in Venedig viele Kamine eingestürzt seien. Aeltere Nachrichten finden sich über diesen Gegenstand nicht und es ist daher wol anzunehmen, dass lange vor dieser Zeit die Schornsteine nicht in Gebrauch, wenigstens nicht im allgemeinen Gebrauch gewesen sind und die Alten zur Heizung der einzelnen Wohnräume sich tragbarer Oefen haben bedienen müssen. Diese Annahme findet auch dadurch noch mehr ihre Bestätigung, dass *Vitruv* in seinem Werke über Baukunst noch besonders daran erinnert, dass man in denjenigen Zimmern, die zu Winterwohnungen bestimmt seien, keine Schnitzwerke und erhabene Verzierungen anbringen dürfe, indem dieselben sehr bald mit Rauch überzogen sein würden und daher häufig gereinigt werden müssten: hingegen in Zimmern, die nur während der Sommermonate bewohnt würden, könne man dergleichen Schnitzwerke und Zierraten anbringen, weil in diesen Räumen nichts vom Rauche zu befürchten wäre.

Dass auch in späteren Zeiten, als die Schornsteine nicht mehr in dem Grade als Luxusartikel betrachtet wurden, sondern schon eine allgemeinere Anwendung fanden, die Herstellung und Einrichtung der verschiedenen Feuerungsanlagen mit ihren zugehörigen Schornsteinen dennoch längere Zeit hindurch sehr unvollkommen blieb, liegt klar zu Tage. Wo keine Schornsteine zur Abführung des Rauches hergestellt wurden, mauerte man niedrige Heerde inmitten des Hausflurs oder in besonders dazu bestimmten Räumen und liess dann den sich entwickelnden aufsteigenden Rauch durch das ganze Gebäude sich verbreiten; der Rauch musste durch Fenster- oder Thüröffnungen oder in irgend einer Weise ins Freie abziehen. Zur Erwärmung der einzelnen Zimmer stellte man eiserne Behälter (Oefen) auf, die vom Hausflur aus geheizt wurden

und wo der sich entwickelnde Rauch entweder durch die Heizöffnung selbst oder durch eine besondere oberhalb derselben in der Mauer angebrachte zweite Oeffnung, welche sich noch innerhalb der Umfangswände des Ofenkastens befand, nach dem Hausflur ebenfalls abzog. Diese letztere Einrichtung war aber trotz ihrer sonstigen grossen Mangelhaftigkeit schon als eine Verbesserung anzusehen, indem man nun hierdurch besondere Räume erwärmen konnte, ohne in denselben durch den Rauch weiter belästigt zu werden. Derartige mangelhafte und für die jetzige Zeit jedenfalls sehr feuergefährliche Einrichtungen findet man jetzt sogar noch, wenn auch nur vereinzelt, in alten Bauerhäusern aus der Mitte des vorigen und aus dem Anfange des jetzigen Jahrhunderts herstammend. Wenn diese Fälle gegenwärtig auch nur noch sehr vereinzelt gefunden werden, so würden sie dennoch in bedeutend grösserer Anzahl vorhanden sein, wenn nicht in neueren Zeiten die Polizei-Behörden mit grosser Strenge auf die Abschaffung solcher Missstände gedrungen hätten, welches durchaus erforderlich war, weil im Allgemeinen bei den Landleuten der Sinn für Neuerungen nicht selten fehlt.

Als nunmehr in Folge des engeren Bebauens der Städte und wegen mancher anderen Ursachen die dringende Notwendigkeit hervortrat und überhaupt man auch das Bedürfniss fühlte für die Abführung des Rauchs sich mehr der geeigneten Mittel zu bedienen, als solches bis dahin geschehen und man somit zur Herstellung von besonderen Schornsteinen oder Rauchschloten, durch welche der Rauch abgeführt werden sollte, mehr oder weniger gezwungen wurde, führte man zuerst nur sehr grosse und weite Schornsteine aus, und zwar wurden diese Schornsteine dann so angebracht, dass meistens die sämmtlichen Feuerungsanlagen eines Gebäudes, deren Zahl übrigens immer sehr beschränkt blieb und keineswegs nach der jetzigen Zeit bemessen werden darf, in einen zu diesem Zwecke hergestellten Schornstein einmündeten. Nur selten wurden in einem Hause zwei oder mehrere Schornsteine hergestellt und fand dieses nur in den Häusern der Reichen statt.

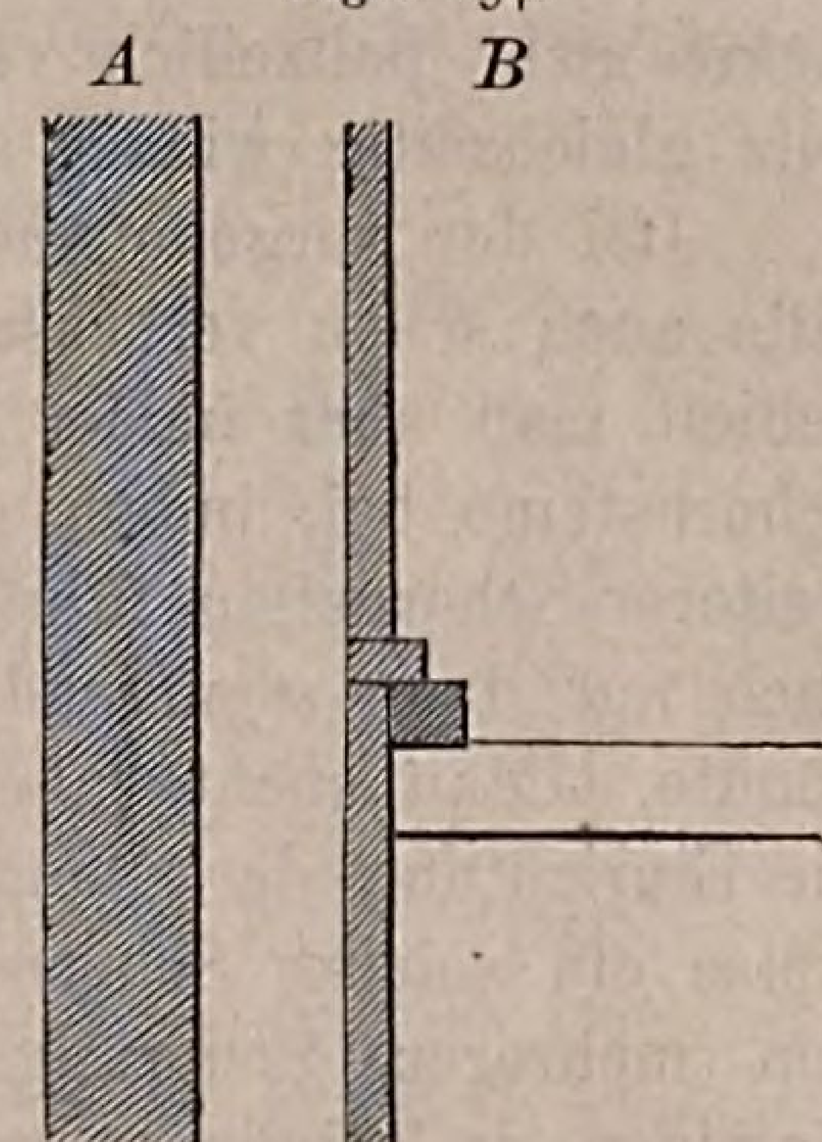
Die ersten Schornsteine waren auch eigentlich nur grosse Rauchfänge, die in erheblicher Weite bis zum Dache hinaus aufgeführt waren und so zur Abführung des Rauchs dienten. Diese Schornsteine wurden aber nicht überall aus massiven Mauerwerk bestehend hergestellt, sondern sehr häufig bestanden die Umfassungswände derselben aus gestackten Lehmwänden, weil bei der grossen Querschnittweite, welche diese Schornsteine erhielten, solche gestackte Lehmwände sich am leichtesten und zugleich auch haltbar ausführen liessen. Diese gestackten Umfassungswände wurden sehr lange Zeit neben den mit massiven Mauerwerk aufgeführten Schornsteinen angewendet und fand man selbst noch in diesem Jahrhundert in vielen älteren städtischen Wohnhäusern derartige gestackte Schornsteine, namentlich Küchenschornsteine, deren Beseitigung und Ersetzung durch massive Schornsteine nur erst in Folge Anwendung polizeilicher Strafbestimmungen erlangt werden konnte.

Diese nur höchst mangelhaften Einrichtungen der Rauchabzüge (Schornsteine) konnten im Allgemeinen aber auch nicht für längere Zeit und in allen Fällen genügen, weil, abgesehen von der Feuergefährlichkeit und der grossen Unannehmlichkeit des Rauchens, dadurch die Lage und die Anzahl der zu heizenden Zimmer und Räume in einem grösseren Wohnhause zu sehr beschränkt wurde, und fing man an, die Querschnitte der Schornsteine zu verkleinern, aber gleichzeitig dann auch eine grössere Anzahl von Schornsteinen und zwar getrennt von einander, dem erforderlichen Bedürfniss entsprechend,

herzustellen. Diese Schornsteine erhielten aber dennoch in den meisten Fällen eine solche Lage, dass sie einzeln gleichzeitig auch für mehrere Heizanlagen benutzt werden konnten. Bei Ausführung dieser engeren Schornsteine bediente man sich jedoch ausschliesslich des Mauerwerks und zwar gewöhnlich in der Weise, dass man die Ziegelsteine in der hohen Kante gestellt, vermauerte. Höchst selten wurden diese Schornsteine mit liegenden Steinen gemauert.

Um diesen auf den Kantstein gemauerten Schornsteinen in höheren Gebäuden eine genügende Standsicherheit zu verschaffen, wurden dieselben von Balkenlage zu Balkenlage zwischen den Balken aufgeführt und auf jeder Balkenlage, durch welche er geführt wurde, aufgesattelt, welche Aufsattelung darin bestand, dass man den Schornstein jedesmal bis zur Oberfläche der Balkenlage auf den Kantstein aufführte und hier dann statt der Weiterführung auf den Kantstein, zwei oder höchstens drei Schichten plattliegender Steine auskragend vermauerte, welche Schichten dann um die halbe Steinbreite auf den anliegenden Balken übergriffen und somit dieser überragende Theil auf Holzunterlage ruhte. Darüber wurde dann das Schornsteinmauerwerk auf den Kantstein wieder bis zur nächsten Balkenlage weiter geführt, und hier die Aufsattelung in gleicher Weise wieder zur Anwendung gebracht, wie vorher angegeben ist. War der Schornstein von dem Balkenholze zu weit entfernt, so wurde eine besondere Holzunterlage nur zu dem Zwecke des Aufsattelns unmittelbar am Schornstein hergestellt und hierüber dann die plattliegenden Schichten auskragend gemauert. Diese Anordnung ist in nebenstehenden Figuren 254 A B näher dargestellt und bedarf wol keiner näheren Erklärung.

Figur 254.



Der beabsichtigte Zweck, dem Schornsteingemäuer mehr Festigkeit zu geben, wurde durch eine solche Aufsattelung zwar erreicht, indem der Schornstein durch diese Aufsattelungen nach seiner Höhe in mehrere Absätze getheilt wurde, welche Absätze dann sich selbst zu erhalten im Stande waren; allein dieser Vortheil wurde durch andere daraus entstehende Nachtheile vollständig wieder aufgehoben, indem durch diese Anordnung auch bei einem etwa entstehenden Schornsteinbrande eine grössere Feuersgefahr für die unmittelbar anliegende Holzumgebung des Schornsteins entstand. Durch die Anordnung der aufgesattelten Aufsätze des Schornsteins konnte derselbe sich nicht in seiner ganzen Höhe gleichmässig setzen, sondern es konnte dieses wesentlich immer nur von Aufsattelung zu Aufsattelung stattfinden und bildeten sich somit innerhalb der Balkenlagen unmittelbar unter einer solchen Aufsattelung horizontale Risse oder Fugenöffnungen, durch welche dann bei Entzündung des Russes im Schornstein, da auch diese entstandenen Fugen in der Länge der Zeit mehr oder weniger mit Russ angefüllt wurden, das Feuer sehr leicht mit dem anliegenden Balkenholze in unmittelbare Berührung gebracht wurde, und sicherlich nicht selten Anlass zu grösseren Hausbränden geworden ist. Aber auch die über den Balkenlagen entstehenden Erschütterungen theilten sich sofort dem Schornsteingemäuer mit, wodurch der bereits erwähnte Nachtheil nur noch vergrössert werden musste. Trotzdem aber diese Einrichtung der Aufsattelung von Schornsteinen so sehr leicht feuergefährlich werden konnte und dieses auch in verhältnissmässig vielen

Fällen von Hausbränden direkt nachzuweisen war, blieb sie dennoch sehr lange beibehalten und fand sie sogar noch zu Anfang dieses Jahrhunderts bis Mitte desselben unter den Maurermeistern viele Vertheidiger. Auch hier konnte erst durch baupolizeiliche Verordnungen eine Abstellung solcher fehlerhafter Einrichtungen bei neu herzustellenden Anlagen erhalten werden.

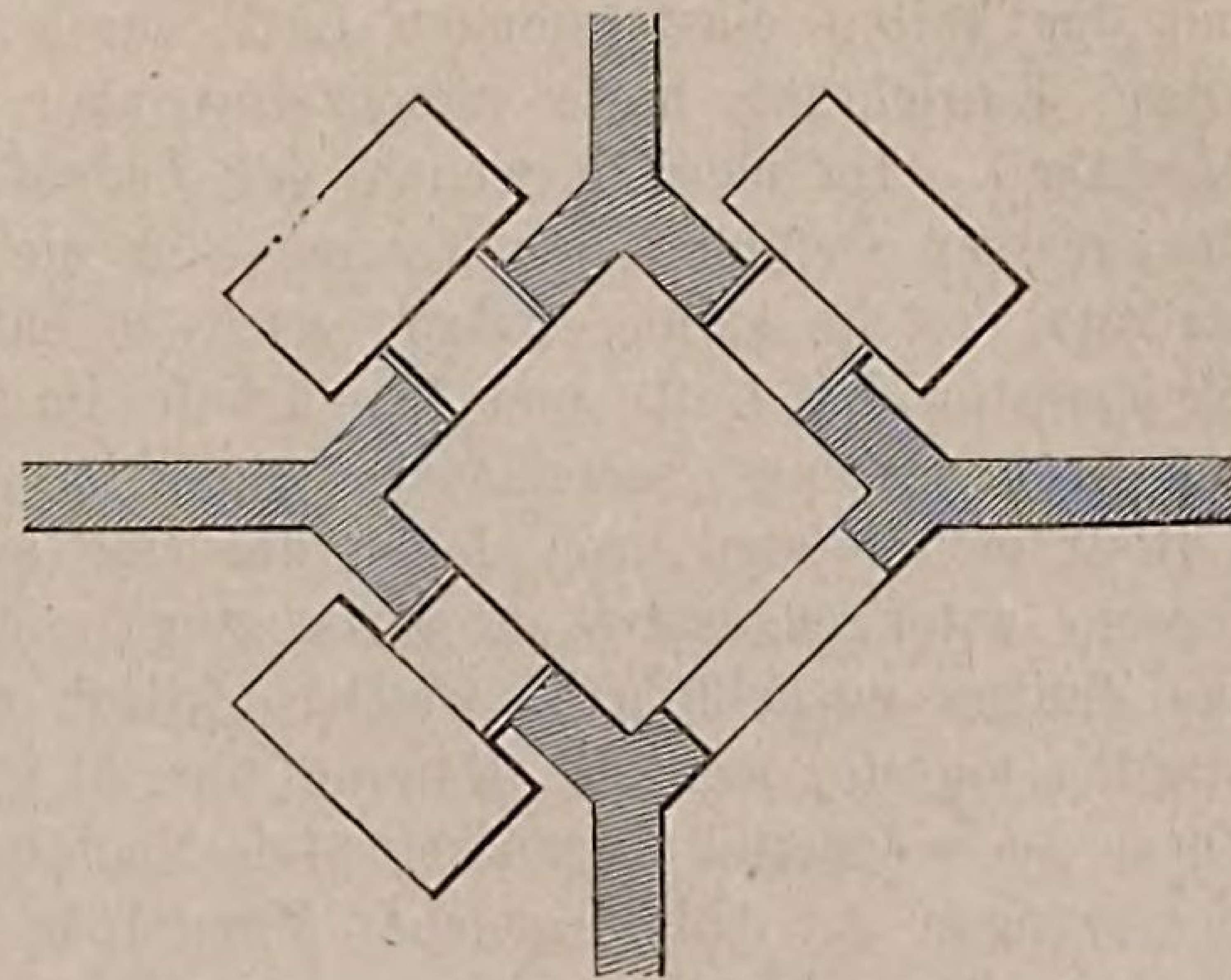
Mehrfach fand man auch bei älteren Schornsteinanlagen, dass bei Aufführung derselben etwa im Wege liegende Balken unverändert beibehalten und dieselben entweder im Schornstein bemauert oder als Seitenwandung des Schornsteins mit benutzt waren und in welchem Falle dann die dem Innern des Schornsteins zugekehrte Seite nur mit einem Kalkanwurf versehen war. Lag der Balken etwas zurück, so suchte man die Vertiefung auch durch in Kalk eingedrückte Dachpfannenstücke auszugleichen. Eine solche Einrichtung musste aber doch sehr bald, als man den Schornsteinbauten mehr Aufmerksamkeit schenkte, als höchst feuergefährlich erkannt werden, und wurden daher auch später in solchen Fällen, wo eine solche Einrichtung entdeckt wurde, die betreffenden Balken an dieser Stelle entweder so weit als nötig war, um volles Mauerwerk vor demselben zu legen, ausgeschnitten, oder es wurde der Balken an dieser Stelle ausgewechselt. So lange das Aufsatteln der Schornsteine nicht polizeilich verboten war, wurde ein solches eingelegtes Wechselholz gleichzeitig wieder als Sattelholz für den Schornstein benutzt.

Bei der vorgenommenen Trennung der Schornsteine und bei der jedenfalls auch schon verbesserten Einrichtung der verschiedenen Feuerungsanlagen behielt man aber immer noch eine grosse innere Querschnittweite der einzelnen Schornsteine bei, indem man meistens von der Ansicht ausging, ein im Innern weiterer Schornstein führe den Rauch besser ab und ferner sei ein Schornstein auch nur dann genügend zu reinigen, wenn er bestiegen (befahren) werden könnte. Man suchte aber dann, wie dieses auch schon oben erwähnt wurde, die Einrichtung der Schornsteine und ihre Lage so herzustellen, dass möglicherweise ein solcher Schornstein gleichzeitig wieder zur Einführung des Rauchs von mehreren Feuerungsanlagen benutzt werden konnte. Nur bei offenen Kaminen in Zimmern wurde der betreffende Schornstein ausschliesslich zu dieser Kaminfeuerung benutzt, wie dieses auch noch vielfach in älteren Gebäuden aus dem vorigen Jahrhundert ersichtlich ist.

War der Schornstein für mehrere Feuerungsanlagen in einem und demselben Stockwerk bestimmt, so führte man denselben bis zum Fussboden des betreffenden Stockwerks herunter und setzte an der geeigneten Stelle eine grosse eiserne Thür in die Seitenwandung desselben ein, von wo aus man die Heizung der bezüglichen eingeleiteten Oefen besorgte und welche Thür dann gleichzeitig auch als Einsteigethür für den Schornsteinfeger diente; oder man stellte ein grösseres Vorgelege her, dessen vier Umfangsmauern nach oben hin bis auf die festgesetzte Querschnittsweite des Schornsteins zusammengezogen wurden. Von diesem Vorgelege aus wurde dann ebenfalls die Heizung der eingeleiteten Oefen besorgt. An der freiliegenden Seite wurde das Vorgelege durch eine eiserne, sehr häufig aber auch durch eine hölzerne Thüre abgeschlossen. Sehr häufig hatten die Vorgelege eine solche Grösse, dass in denselben noch das Brennmaterial für den Tagsgebrauch aufgestellt werden konnte. In nachstehender Figur 255 ist eine solche Einrichtung im Grundriss näher dargestellt.

Man findet diese Heizvorgelege übrigens gegenwärtig noch in manchen älteren Wohngebäuden; in manchen kleineren Städten und besonders auf dem

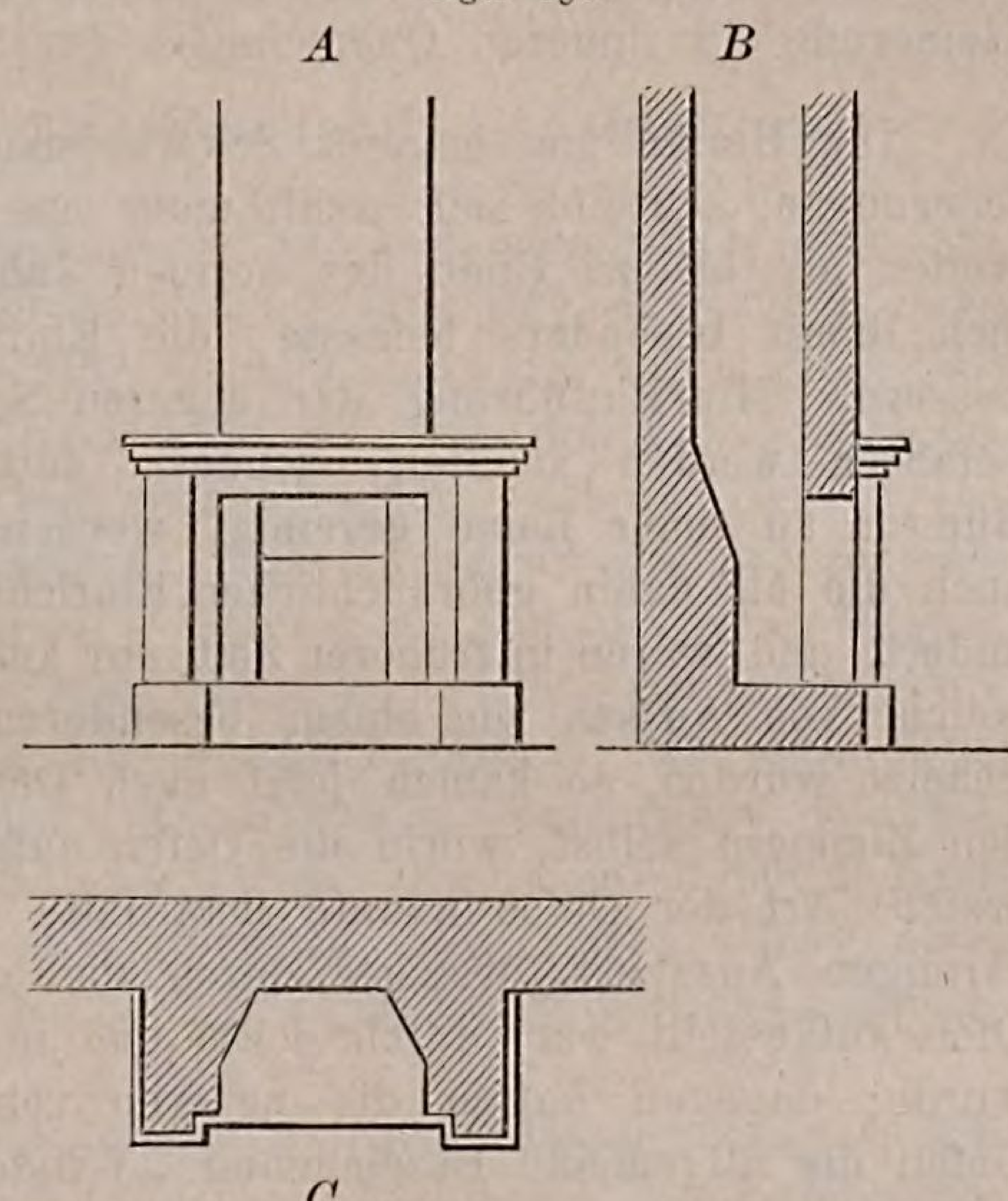
Figur 255.



Lande besteht diese Einrichtung auch selbst jetzt noch in neueren Gebäuden, zumal da, wo die Reinigung der Schornsteine nur durch Besteigen vorgenommen wird, und wo das anzuwendende Brennmaterial hauptsächlich aus längerem Scheitholze besteht, und daher die Oefen, wie dieses früher allgemein der Fall war, von Aussen und nicht vom Zimmer selbst aus geheizt werden.

Bei Einrichtung von Kaminen, welche zur Erwärmung einzelner Zimmer benutzt werden sollten, und meistens in grösseren Zimmern aufgestellt wurden, erhielten dieselben, sowie auch die zugehörigen Schornsteine anfänglich sehr beträchtliche Weiten, wovon in älteren Gebäuden auch selbst jetzt noch vorkommende Fälle zu finden sind. Der Kamin bildete eigentlich nur die Fortsetzung des sehr weiten Schornsteins und wurde durch ein vorgemauertes Vorgelege, welches an der vorderen Seite ganz offen war, hergestellt, wie dieses in nebenstehenden Figuren 256 A B C näher angedeutet ist.

Figur 256.



In dem Kamin war ein gemauerter Heerd hergestellt, auf welchem das Feuer brannte und wo dann durch Ausstrahlung des brennenden Feuers das Zimmer erwärmt werden sollte.

Dass aber eine solche Einrichtung eine in jeder Beziehung höchst mangelhafte war, liegt klar auf der Hand; denn da die Oeffnung zur Abführung des Rauchs und der durch den Schornstein entweichenden Luft zu gross war, so musste auch in demselben Verhältniss die Ausströmung der bereits erwärmten Luft stattfinden. Die Zuströmung der kalten Luft von Aussen durch die Fugen und Ritzen der Fenster und Thüren konnte nicht in dem Maasse erfolgen als die Ausströmung durch den Schornstein stattfand, sobald auf dem Kaminheerde ein hellloderndes Feuer brannte, und es war die natürliche Folge, dass die in den Zimmerraum eindringenden Luftströme sich mit einer zu grossen Geschwindigkeit der Ausströmungsöffnung näherten, wodurch aber dann auch der sehr grosse Nachtheil entstand, dass die Zimmerluft sich gleichzeitig unverhältnissmässig abkühlte und somit nur ein sehr geringer Theil der im Kamin entwickelten Wärme

wirklich nutzbar wurde, der übrige grössere Theil der erwärmten Luft aber mit der kalten einströmenden Luft durch den Schornstein abgeführt wurde. Diese Einrichtung hatte gleichzeitig aber noch einen anderen sehr grossen Nachtheil. Da nämlich wegen der bedeutenden Weite des Schornsteins und der grossen Oeffnung des Kamins sehr viel Luft durch den Schornstein ausströmte, welche kaum erwärmt war, so entstand daraus, dass sich, da die Temperatur der Luft- und Rauchsäule im Schornstein von der äusseren Luft nur sehr wenig verschieden war, im Schornstein zwei entgegengesetzte Luftströme bildeten, von denen der eine aufwärts ging, der andere dagegen, diesem entgegengesetzt, abwärts ging und einen Theil des Rauches wieder ins Zimmer zurückführte, welches jedoch noch um so fühlbarer unangenehm werden musste, weil die Kamine überall zu wenig zweckentsprechend waren. Diese so bedeutend hervortretenden Nachtheile bedingten auch bald, auf Verbesserungen zur Abhilfe solcher Mängel zu denken. Dieses fand aber weniger statt in Deutschland, wol nur aus dem Grunde, weil die Kamine überhaupt für unser Klima zu wenig geeignet waren; dagegen in England und Italien suchte man Verbesserungen herzustellen und die Kamine als Heizapparate geeigneter zu erhalten und wurde hierbei gleichzeitig auf ihre äussere Ausstattung sehr viel Wert gelegt. Die nächste Veränderung, welche man zur Erzielung eines besseren Erfolges vornahm, bestand wesentlich in der Verkleinerung des inneren Querschnitts des Schornsteins.

Die Herstellung engerer Schornsteine, namentlich für Ofen- und Kaminfeuerungen, schreibt sich somit mehr aus neuerer Zeit her und ist wol kaum weiter als bis zu Ende des vorigen Jahrhunderts zurückzuführen, wo man sich damit besonders befasste, die Einrichtung der Zimmerkamine zu verbessern. Mit Einführung der engeren Schornsteinröhren, welche nicht mehr befahren werden konnten, sondern mittelst Durchziehens von Besen oder Bürsten an einer Leine gereinigt werden mussten, wurden aber gleichzeitig auch die bis dahin gebräuchlichen Einrichtungen der Heizapparate (Oefen) geändert, und waren in früherer Zeit nur ausschliesslich solche Oefen angewendet, welche von Aussen von einem besonderen Vorgelege oder einem Kamin aus geheizt wurden, so kamen jetzt auch Oefen zur Anwendung, welche nur in den Zimmern selbst, worin die Oefen aufgestellt waren, geheizt wurden. Die erstere Art der Oefen nannte man Böt- oder Halsoefen, wegen des kastenförmigen Ansatzes, welcher durch die angrenzende Mauer, an welcher der Ofen aufgestellt war, durchreichte und in welchen das Brennmaterial eingelegt wurde; dagegen hatten die neueren vom Zimmer selbst aus zu heizenden Oefen die allgemeine Bezeichnung „Windoefen".

Diese Windoefen fanden sehr bald eine allgemeinere Anwendung, namentlich in den grösseren Wohnhäusern, indem durch die Benutzung dieser Oefen mehrfach grosse Annehmlichkeiten erreicht wurden; einmal, dass das im Ofen brennende Feuer noch direkt Wärme ausstrahlte und gleichzeitig auch sichtbar war, und ferner, dass das im Ofen brennende Feuer die zur ferneren Erhaltung des Verbrennens erforderliche Luft unmittelbar aus dem Zimmer entnahm und somit häufig zur Entfernung verdorbener oder schlechter Luft aus dem Zimmer nicht unwesentlich beitrug. Durch diese Windoefen wurde somit bis zu einem gewissen Grade eine Ventilation hergestellt, die aber bei Anwendung der von Aussen geheizten Oefen (Bötoefen) nur durch besondere Ventilationsvorrichtungen erreicht werden konnte. Die gewöhnlichste Ventilations-

vorrichtung bestand darin, dass man in einer Fensterscheibe statt des Glases ein von dünnem Weissblech hergestelltes Windrad anbrachte.

Nachdem suchte man die Oefen immer mehr zu verbessern, indem man nicht nur darnach strebte, den grösstmöglichen Nutzeffekt des zu verwendenden Brennmaterials zu erlangen, sondern gleichzeitig auch eine genügende Ventilation zu schaffen. Allein was die Einrichtung und die Verbesserungen der verschiedenen Oefen betrifft, so würde es zu weit führen und dem Zwecke dieses Handbuchs durchaus nicht entsprechend sein, wenn man hier die verschiedenen Ofenanlagen und deren verbesserte Einrichtungen näher beschreiben wollte. Auch ist zu bemerken, dass fast kein Jahr vergeht, wo nicht irgend etwas Neues oder eine vermeintliche Verbesserung der Einrichtung von Oefen angekündigt wird. Nichtsdestoweniger werden aber auch die älteren Einrichtungen vielfach beibehalten und kommen nicht selten, sondern sogar sehr häufig die Fälle vor, wo neu erfundene Apparate, nachdem sie aufgestellt worden und man ihre Unzweckmässigkeit genügend empfunden hat, wieder beseitigt und an deren Stelle die älteren früher verworfenen Apparate wieder aufgestellt werden, weil nicht selten die neuen angepriesenen Apparate nicht allein dem beabsichtigten Zwecke nicht entsprechen, oder doch nur in sehr geringem Grade diesem Genüge leisten, sondern häufig sogar noch andere höchst unbequeme und nachtheilige Unannehmlichkeiten mit sich führen.

§ 68. Von den Schornsteinen insbesondere.

Was die Schornsteine betrifft, so dienen sie, wie auch schon oben angedeutet, wesentlich nur zum Abführen des in oder auf den zugehörigen Heizapparaten durch Verbrennung erzeugten Rauches und der verbrannten Luft und ist daher eine Grundbedingung, dass dieselben, um Brand zu verhüten, in ihrer ganzen Höhe durchaus feuerfest gebaut werden müssen. Eine durchaus bestimmte und überall giltige Vorschrift über die Bauart der Schornsteine lässt sich nun aber schwerlich aufstellen. Wenn man nur die verschiedenen polizeilichen Bestimmungen über die Bauart der Schornsteine mit einiger Aufmerksamkeit durchsieht, so wird man augenblicklich finden, dass eine nicht unerhebliche Verschiedenheit hinsichtlich der einzelnen Vorschriften obwaltet. Was in der einen Verordnung für zulässig gehalten wird, wird in der anderen geradezu verboten und ist es doch mit Sicherheit anzunehmen, dass diese Verordnungen stets unter Zuziehung von Sachverständigen vorher auf's Gründlichste geprüft worden sind.

Der Hauptgrund dieser Verschiedenheiten liegt aber einmal in der landesüblichen Verwendung und Verarbeitung der gebräuchlichen Baumaterialien; ferner aber in einem hohen Grade in der Einrichtung der gebräuchlichen Heizapparate und in der Beschaffenheit des zu verwendenden Brennmaterials. Wo nun Holz als Brennmaterial verwendet wird, entsteht beim Verbrennen desselben unter genügenden Zutritt der Luft ein hellbrennendes mit hoher Flamme flackerndes Feuer; die Verbrennung ist vollständiger als bei irgend einem anderen Brennmaterial, der entweichende Rauch ist leichter und führt derselbe auch weniger Bestandtheile mit sich, welche zur Bildung von Russ, namentlich Glanzruss, Veranlassung geben, welche Art Russ aber wol vom sogenannten Flugruss zu unterscheiden ist. Beim Verbrennen von Torf und Steinkohlen entwickelt sich keine so hohe Flamme und geht überhaupt auch der Verbrennungsprozess nicht so schnell von statten, als dieses beim Ver-

brennen des Holzes der Fall ist. Es ist auch zur vollständigen Verbrennung von Torf oder Steinkohlen eine bedeutend grössere Menge atmosphärischer Luft erforderlich als beim Verbrennen des Holzes. Beim Verbrennen des Torfs oder der Steinkohlen entwickeln sich auch grössere Mengen von gasartigen Stoffen, die zur Bildung von Russ dienen, und in dem sich die hierbei gleichzeitig entwickelnden Wasserdämpfe in Verbindung mit den entweichenden Gasen und den durch starken Luftzug fortgerissenen Kohlentheilchen durch Abkühlung und in Folge dessen Kondensation an den Wandungen des Schornsteins niederschlagen, so geben diese die nächste Veranlassung zur Bildung von Glanzruss, ohne dass aber dieses irgendwie verhindert werden kann. Dass also bei Anwendung dieser letzteren Brennstoffe in Betreff der Einrichtung und Bauart der Schornsteine andere Bestimmungen notwendig sind, als da, wo nur Holz als Brennmaterial Anwendung findet, liegt wol klar auf der Hand. Von der Art und Beschaffenheit des zu verwendenden Brennmaterials hängt aber gleichzeitig auch die Art der anzuwendenden Heizapparate ab. Bei ausschliesslicher Anwendung von Holzfeuerung sind die sogenannten Thon- oder Kacheloefen durchaus zweckmässig, wo dagegen, wenn nur Torf oder Steinkohlen als Feuerungsmaterial benutzt wird, mit Sicherheit eiserne Oefen in Anwendung gebracht werden können. Diese letzteren müssen aber, wo sie zur Anwendung aufgestellt werden, während der kälteren Jahreszeit fast während des ganzen Tages geheizt werden, wenn sie ihren Zweck, eine genügende Erwärmung der Zimmer hervorzubringen, erfüllen sollen, weil sie zwar sehr rasch erwärmt werden und dann Wärme abgeben, aber auch in sehr kurzer Zeit wieder abkühlen, wenn nicht mehr geheizt wird, wo dagegen bei den Thon- oder Kacheloefen die besondere Einrichtung ist, dass wenn das Holzfeuer vollständig ausgebrannt ist, die Rauchabzugröhren und die Thürklappen vollständig geschlossen werden, um die im Ofenmantel vorhandene Wärme möglichst zusammen zu halten und eine Abkühlung desselben möglichst zu verzögern. Wenn nun bei dieser letzteren Art von Heizapparaten, in denen nur Holz als Brennmaterial zur Anwendung kommt, es zulässig ist, dass mehrere Oefen in einem gemeinschaftlichen engen Schornstein eingeleitet werden, so ist dieses aber keineswegs der Fall bei der Torf- oder Steinkohlenheizung, denn man würde bei Anwendung dieses Brennmaterials den Ansatz von leicht entzündlichen brennbaren Russ, dem sogenannten Glanzruss, in demselben Schornstein nur in hohem Grade fördern und gleichzeitig auch die Gefahr des häufigeren Schornsteinbrandes herbeiführen.

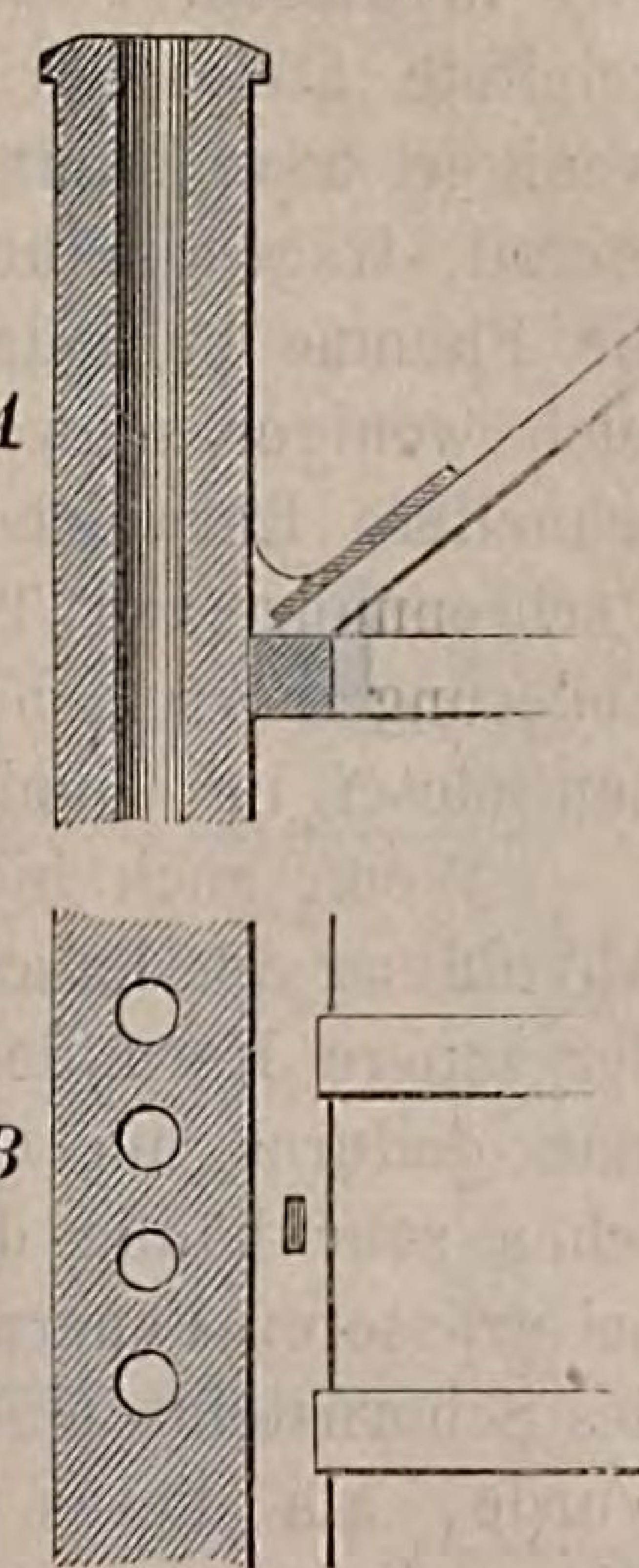
Was nun zunächst die Bauart der Schornsteine betrifft, so hat man hierbei die gewöhnlichen Schornsteine in Wohngebäuden und Fabrikschornsteine zu unterscheiden. Bei den Schornsteinen in Wohngebäuden hat man wieder gewöhnliche Ofenschornsteine und Küchenschornsteine zu unterscheiden.

Die gewöhnlichen Ofenschornsteine erhalten, je nachdem sie quadratförmig oder rund hergestellt werden, im Lichten eine Weite von 15 bis 20 Zentimeter im Quadrat oder im Durchmesser. Die runden 15 bis 18 Zentimeter im Durchmesser haltenden Schornsteinröhren sind unter der besonderen Bezeichnung „russische Röhren“ bekannt. Gemeiniglich gibt man diesen russischen Röhren den Vorzug, weil dieselben sich ohne bedeutende Schwierigkeiten in den Umfangsmauern des aufzuführenden Gebäudes herstellen lassen. (Siehe nachstehende Figuren 257 A B).

Diese Röhren müssen aber, wo sie angewendet werden, überall einen ganz gleichen Querschnitt erhalten, und um dieses zu erreichen, wendet man

einen runden Holzklotz von etwa 94 Zentimeter Länge und von der bestimmten Querschnittsform als Kern der Röhre an, welcher in der Richtung der Achse der herzustellenden Röhre aufgestellt und dann ummauert wird. Ist die Mauer mit der betreffenden Röhre dann etwa bis zur Höhe von 62 Zentimeter weiter aufgemauert, so zieht man den Kern auf und benutzt ihn bei der nächstfolgenden Höhermauerung der Röhre in ganz gleicher Weise. Es ist hierbei jedoch zu bemerken, dass die Steine beim Aufmauern nicht unmittelbar und dicht an den Holzkern angeschoben werden, sondern es muss ringsum mindestens 15 Millimeter Zwischenraum verbleiben, welcher Zwischenraum dann durch Aufwerfen von Mörtel und Wasser ausgefüllt wird und durch Auf- und Niederschieben des Holzkerns der Mörtel sich an die innere Wandung der Röhre anpresst, wodurch dieselbe dann ihren inneren Abputz erhält.

Figur 257.



Diesen russischen Röhren gibt man auch ausserdem desshalb den Vorzug, weil bei dem grössten Querschnitt der Umfang ein Minimum wird, und dieserhalb die aufsteigende Rauchsäule, da sie in einer solchen Röhre mehr zusammengehalten wird, weniger Wärme an die Umfangsmauern abgeben kann und demnach um so schneller in die Höhe steigen und aus dem Schornstein entweichen muss. Wenn diese Annahme nun auch theoretisch durchaus begründet und richtig ist, so ist es dennoch sehr häufig der Fall, dass man bei der praktischen Ausführung ein ganz anderes Resultat erlangt und zwar ein der Theorie mehr oder weniger entgegengesetztes Resultat. Die Ursache hiervon wird aber häufig nur in der Wahl des zu verwendenden Heizmaterials und der aufzustellenden Heizapparate zu suchen sein. Wendet man nur Torf oder Torf und Steinkohlen als Heizmaterial an, so entweicht ausser starkem Rauche auch gleichzeitig eine Menge unverbrannter atmosphärischer Luft, weil man nicht im Stande ist, bei den gewöhnlichen Heizapparaten den Zutritt der äusseren Luft so zu reguliren als erforderlich ist, um eine vollständige Verbrennung zu erlangen, wie dieses bei besonders angestellten Versuchen und bei genauer Beachtung aller vorkommenden Umstände möglich ist. Wie eben erwähnt, entweicht gleichzeitig mit dem starken Rauch, welcher ausser anderen Produkten eine grosse Menge unverbrannter Kohlentheilchen entweicht, auch eine bedeutende Menge unverbrannter Luft aus dem Heizapparate in die Schornsteinröhre. Die unverbrannte Luft hat aber nicht die hohe Temperatur und drückt die Temperatur des Rauchs ebenfalls nieder. Wegen des geringen Querschnitts der inneren Luftsäule des Schornsteins wirkt aber ferner auch die notwendig stattfindende Abkühlung an den Seitenwandungen der Röhre auf das Innere der Rauchsäule selbst, wodurch noch eine vermehrte Abkühlung derselben stattfindet, und verhindert somit trotz des grösseren Zusammenhaltens der Rauchsäule ein rascheres Aufsteigen derselben, wozu übrigens die Reibung an den Seitenwandungen oder das Bestreben derselben, den Rauch zurück zu halten, auch noch wesentlich beitragen wird. Bei leicht und rasch brennenden Heizmaterial, als Holz, ist dagegen die Anwendung solcher russischer Röhren unbedingt sehr zweckmässig und wird in denselben auch jedenfalls ein stärkerer

Zug in diesem Falle stattfinden, weil bei dem Verbrennen von Holz die zugeleitete atmosphärische Luft nur im Anfang des Brennprozesses mehr oder weniger unverbrannt entweicht, dagegen sobald das Feuer hell mit Flamme brennt, trägt die über dem Feuerheerd einströmende Luft nur noch dazu bei, die Flamme helllodernder anzufachen; ausserdem aber ist der abziehende Rauch auch weniger schwer und dicht als der bei Torf- oder Steinkohlenfeuer. Das schnellere Entweichen des Rauches findet aber niemals bei der gewöhnlichen Verbrennung von Torf oder Steinkohlen statt, und es ist daher bei dieser Feuerung vorzuziehen, den inneren Querschnitt des Schornsteins bis auf 20 Zentimeter im Quadrat zu vergrössern und herzustellen.

Wenn auch hierbei wegen des grösseren Umfangs des Querschnitts die Abkühlung der Rauchsäule mehr oder weniger befördert wird, so kann dennoch der innere Kern der Rauchsäule ungehinderter aufsteigen und jedenfalls erhält man dadurch im Ofen selbst einen lebhafteren Zug. Ueberhaupt hat man schon sehr häufig die Erfahrung gemacht, nicht nur bei kleineren, selbst auch bei grösseren Feuerungen, dass durch einen etwas grösseren inneren Querschnitt des Schornsteins eine lebhaftere Verbrennung des Feuers im Ofen hervorgerufen wurde, als dieses bei Anwendung engerer Schornsteinröhren der Fall war. Wenn dieses nun auch der Theorie ganz entgegengesetzt ist, so ist doch dabei zu berücksichtigen, dass in der Praxis manche Umstände eintreten, die bei den theoretischen angestellten Versuchen ganz unbeachtet bleiben müssen, weil die Versuche stets mit besonders hergestellten Apparaten gemacht werden. Durch Versuche ist genau konstatirt, wie viele Kubikfuss atmosphärischer Luft zur vollständigen Verbrennung einer bestimmten Quantität Holz, Torf oder Steinkohlen erforderlich sind, man kann aber durchaus nicht feststellen, wie gross die Menge der atmosphärischen Luft ist, welche bei unseren Heizapparaten, sie mögen auch noch so richtig theoretisch angelegt sein, unverbrannt durch das Feuer des Ofens in den Schornstein entweicht. Man kann aber eben so wenig auch genau die Menge der durch die Rosten und durch die Zuglöcher der Ofenthür dem Feuer zuströmenden Luft bestimmen, weil dieses auch vielfach von der Intensität des Feuers abhängt.

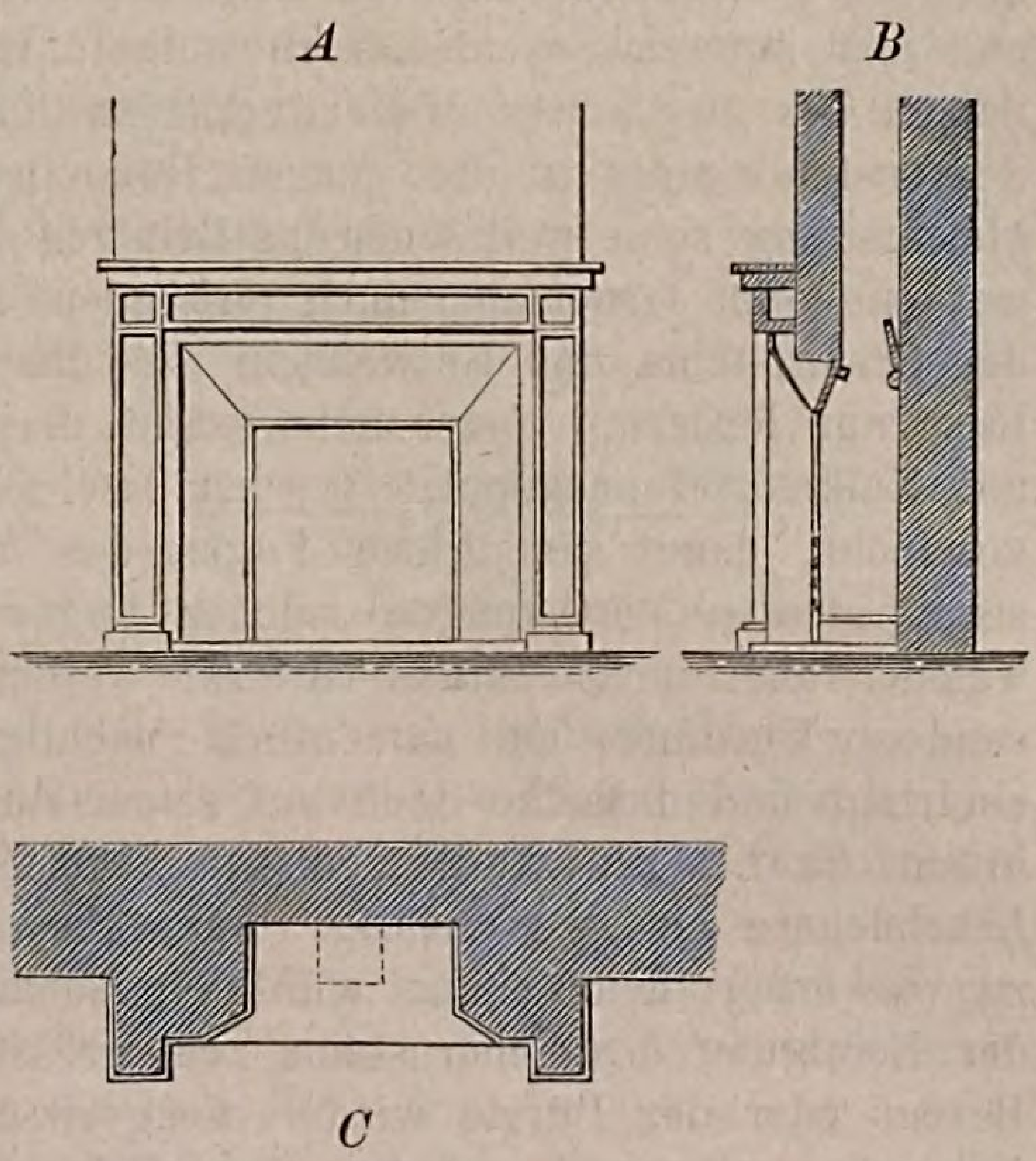
Hiermit soll aber durchaus nicht ausgesprochen werden, dass es zweckmässig sei, den Ofenschornsteinen einen bedeutenden inneren Querschnitt zu geben. Dieselben dürfen keine grössere Weite erhalten, dass sie noch genügend zu reinigen sind und hierzu ist die Grösse von höchstens 20 Zentimeter im Quadrat jedenfalls noch vollständig geeignet. Wollte man den Schornsteinen eine grössere Weite geben, so würde dadurch die notwendige Reinigung der Schornsteine, welche ohne dieses schon wegen des häufigen Ansatzes von Glanzruss so sehr erschwert wird, nur höchst mangelhaft geschehen können; ausser dieser sehr erheblichen Unzulässigkeit würden aber auch durch die Herstellung der weiteren Schornsteinröhren die inneren Räume der Wohngebäude häufig sehr bedeutend beeinträchtigt werden.

Zur erforderlichen Regulirung des Zugs in Oefen werden in den von den Oefen in den Schornstein einmündenden Rauchröhren (Stechröhren) bewegliche Schieber eingesetzt, wodurch man ihren Querschnitt willkürlich verkleinern kann. Dieselben werden aber bei denjenigen Oefen, welche anhaltend geheizt werden, nie ganz geschlossen, sondern es muss immer noch eine genügend grosse Oeffnung zur Entweichung des Rauches aus dem Ofen in den Schornstein übrig bleiben. Dagegen bei den Oefen, welche aus Kacheln bestehen und nur durch Holzfeuer geheizt werden, wird die Röhre, nachdem das Feuer

vollständig ausgebrannt ist, geschlossen, um jede Entweichung von Wärme aus dem Innern des Ofens in den Schornstein zu verhindern.)

Bei Kaminen ist, um das Ausströmen des Rauchs des offenbrennenden Feuers in den Schornstein, welcher letzterer übrigens auch keine grössere Querschnittsweite als höchstens 23 Zentimeter im Quadrat erhält, gehörig reguliren zu können, die Einrichtung einer beweglichen stellbaren Klappe unmittelbar in der Einmündung in den Schornstein erforderlich, wie dieses in nebenstehenden Figuren 258 bei A angedeutet ist.

Figur 258.

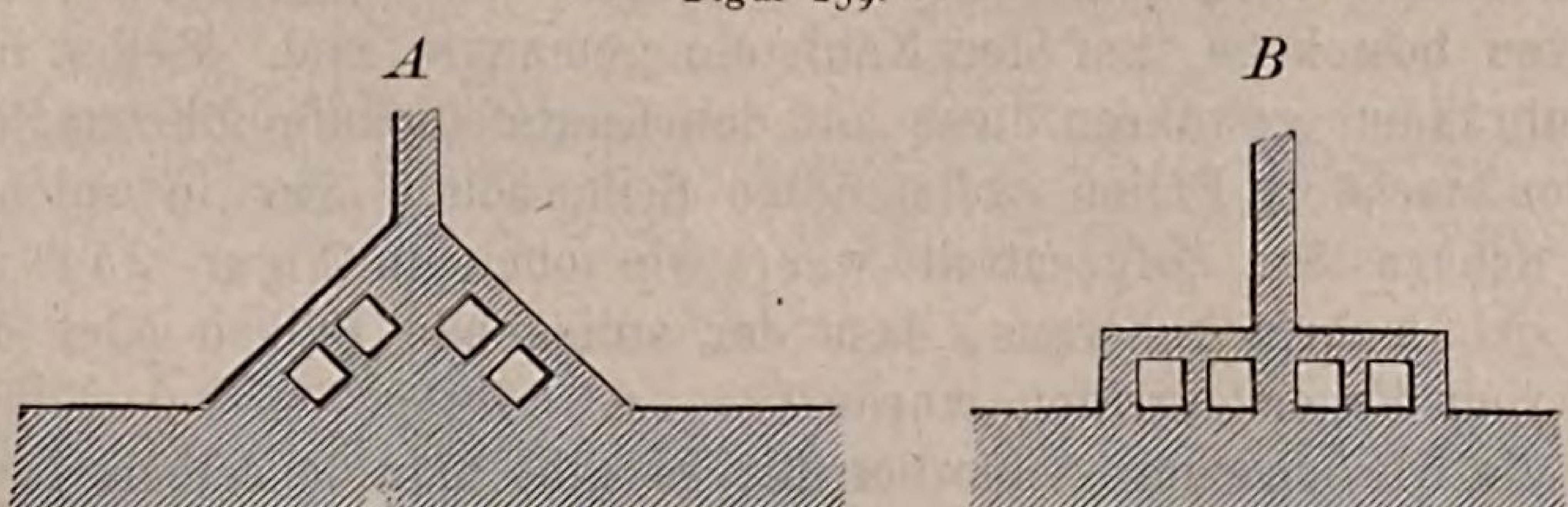


Die bewegliche Klappe, welche an der Rückwand ihre Befestigung erhält, wird mit einer gezahnten Stange versehen, deren Handgriff durch die Kaminbekleidung durchreicht und mittelst welcher die Klappe in jede beliebige Stellung gebracht und erhalten werden kann.

Die besondere Einrichtung der verschiedenen Kamine wird hier nicht näher beschrieben, und würde es auch zu weit führen und dem Zwecke dieses Handbuches durchaus nicht entsprechen, die mannichfachen Verbesserungen an den Kaminen, welche zur Ausführung vorgeschlagen oder wirklich ausgeführt sind, hier näher anzuführen, sondern wird dieserhalb auf diejenigen Werke verwiesen, welche eingehend und nur von diesem Gegenstande handeln.

Man legt die Ofenschornsteine entweder hinter Nischen oder in Vorgelegen an, wie dieses in Figuren 259 A B näher angedeutet ist.

Figur 259.



Sind die Gebäude mehrstöckig, so werden die Schornsteine mit mindestens 13 Zentimeter starken Umfassungsmauern aufgeführt. Die Zwischenzungen oder Trennungsmauern zwischen den einzelnen Schornsteinröhren werden, wenn mehrere Schornsteinröhren neben einander liegen, gewöhnlich aus Kantsteinmauern aufgeführt, diese müssen aber mit dem übrigen Mauerwerk in Verband aufgeführt werden, damit sie nicht herausfallen können. In manchen polizeilichen Bestimmungen sind die Zungen auf dem Kantstein jedoch verboten und

sollen dieselben ebenfalls die Stärke eines halben Steines erhalten. Allein die Herstellung der Zungen auf den Kantstein, wo diese zulässig ist, hat sich in den meisten Fällen als durchaus sicher bewährt und ist es auch keinerlei Schwierigkeit unterworfen, in solchen Fällen bei Aufführung der Schornsteine einen richtigen Mauerverband einzuhalten. Eine notwendige Hauptsache ist aber bei Neubauten, dass die Schornsteine gleichzeitig mit den äusseren Mauern und den inneren Scheidemauern aufgeführt werden, damit ein gleichzeitiges Setzen des gesammten Mauerwerks stattfindet. Der innere Querschnitt eines Schornsteins muss in der ganzen Höhe desselben möglichst gleichförmig und gleichmässig sein, weil sonst das Reinigen desselben nur mangelhaft ausgeführt werden kann, ferner aber auch vorhandene Absätze im Innern oder Einengungen des Schornsteins das Entweichen des Rauches hindern und den Ansatz von Russ nur fördern. Jeder Schornstein muss ferner im Innern möglichst glatt mit Kalkmörtel ausgeputzt werden, welches gleichzeitig mit dem Aufmauern geschieht, damit sämmtliche Fugen des Mauerwerks gedichtet werden, weil sonst in den Vertiefungen solcher Fugen sich leicht der Russ ansammelt, welcher aber nicht daraus entfernt werden kann und unter Einwirkung besonderer Umstände und namentlich Feuchtigkeit leicht tiefer in das Mauerwerk eindringt und dasselbe dann auf seiner äusseren Fläche braun oder schwarzbraun färbt. Ein Ausputzen der Schornsteine mit Lehm, wie in manchen Lehrbüchern als zweckmässig vorgeschlagen wird, ist unter allen Umständen zu verwerfen; denn einmal würde ein solcher Abputz bei der ersten Vornahme der Reinigung des Schornsteins zum grössten Theil durch das Durchziehen des Besens oder der Bürste wieder weggerissen werden, ferner aber würde der Lehmabputz, da der Lehm jedenfalls sehr der Einwirkung der äusseren Witterung unterworfen ist, in sehr hohem Grade zum Ansetzen von Glanzruss beitragen. Der Kalkabputz dagegen erhärtet im Schornstein sehr bald und haftet gleichzeitig sehr fest an den Steinen.

In niedrigen einstöckigen Gebäuden kann man der geringen Kosten wegen die Schornsteine füglich auf den Kantstein mauern. Diese auf den Kantstein aufgeführten Schornsteine gewähren auch genügende Sicherheit, sobald die Arbeit nur mit der gehörigen Sorgfalt ausgeführt wird. Von dieser letzteren Aufstellung kann man sich noch vielfach überzeugen in älteren, sogar mehrere Stockwerke hohen Wohngebäuden, in welchen die Schornsteine, schon seit vielen Jahren bestehend, auf den Kantstein gemauert sind. Selbst bei heftigen Schornsteinbränden gewähren diese auf den Kantstein aufgeführten Schornsteine noch in den meisten Fällen vollständige Sicherheit. Nur in solchen Fällen, wenn der Schornstein aufgesattelt war, wie oben in Figur 254 angegeben, stellte es sich mehrfach heraus, dass der anliegende Balken oder das Sattelholz auch vom Feuer ergriffen wurde.

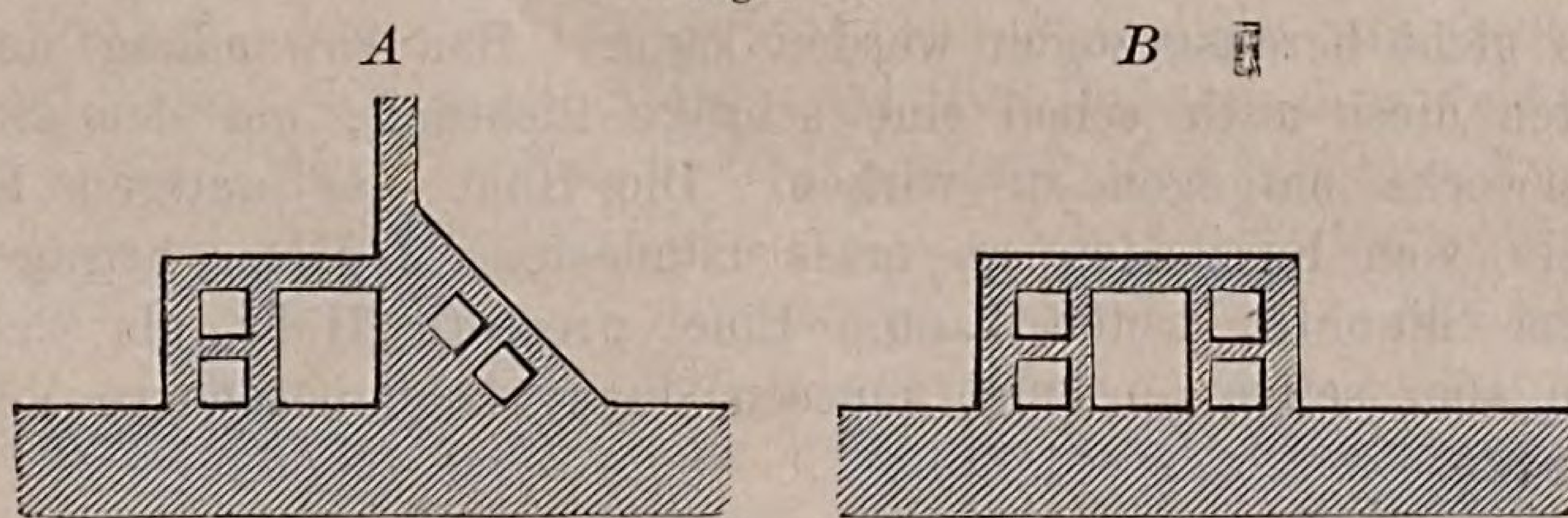
Was die Küchenschornsteine betrifft, so gibt man denselben je nach ihrer Benutzung verschiedene innere Querschnittsweiten. Man findet besteigbare Schornsteine von 46 Zentimeter im Lichten und im Quadrat, oder von 46 und 51 Zentimeter im Querschnitt, und wieder andere aber nicht besteigbare Schornsteine, deren innerer Querschnitt nur 26 bis 31 Zentimeter im Quadrat ist. Die weiten besteigbaren Schornsteine dienen für offene Heerdfeuerungen und auch für geschlossene Heerdfeuerungen, wo dagegen die engen Küchenschornsteine nur für geschlossene Heerdfeuerungen anwendbar sind.

Die besteigbaren Küchenschornsteine werden, wie auch schon oben angeführt wurde, nicht nur für offene Heerdfeuerungen benutzt, sondern sie

lassen sich auch sehr vortheilhaft zu geschlossenen Küchenheerdfeuerungen benutzen, und hat man dann gleichzeitig den grossen Vortheil, dass die aus den Kochtöpfen aufsteigenden Dämpfe ebenfalls durch den Schornstein entweichen. Um zu verhindern, dass bei heftigem Winde aus dem Schornstein nicht Schmutz (Russ und Flugasche) herunterfällt und dass auch ferner der Wind nicht in den Küchenraum eindringt, bringt man unterhalb der Einmündung des Rauchmantels in den Küchenschornstein eine verschliessbare eiserne Klappe an und wird das Rauchrohr des geschlossenen Küchenheerdes, welches gewöhnlich nur 15 Zentimeter im Durchmesser hat, entweder in der angrenzenden Mauer oder vor derselben hergestellt wird, bis etwa 30 Zentimeter über dieser Klappe in den Schornstein eingeleitet, so dass aller Rauch oberhalb der Klappe in den Schornstein eintritt. Bei offenen Heerdfeuerungen, wie man sie gewöhnlich in den Küchen kleiner Wohnhäuser und der Bauernhäuser findet, werden diese Klappen aber nicht angebracht, weil sie hier das Abziehen des Rauches verhindern würden.

Einen grossen Nachtheil führen diese weiten besteigbaren Küchenschornsteine mit sich, nämlich, dass sie bei ihrer Durchführung durch mehrere Stockwerke die betreffenden Zimmerräume sehr bedeutend beeinträchtigen, indem sie so sehr hervortreten und dadurch, abgesehen von dem stattfindenden Raumverlust, bei Dekorirung der einzelnen bezüglichen Zimmer dem Architekten stets die erheblichsten Schwierigkeiten bereiten. Dieser Umstand kann auch eigentlich nur als Hauptursache angesehen werden, dass man zur Anwendung der engeren Schornsteine übergegangen ist. Dass die weiten besteigbaren Küchenschornsteine, so zweckmässig sie nun auch für die Benutzung selbst sind, in den oberen Stockwerken, wo sie mit anderen Schornsteinen zusammenliegend, durchgeführt werden, manche Schwierigkeiten hervorrufen, ist sehr leicht aus nachstehenden Figuren 260 A B zu entnehmen, wo zwei derartige Fälle unter verschiedener Annahme näher dargestellt sind.

Figur 260.



Die engen Küchenschornsteine, welchen man eine lichte Weite von 26 bis 31 Zentimeter im Quadrat gibt, genügen vollständig nicht allein für kleinere, sondern auch für grössere geschlossene Küchenfeuerungen, nur führen sie den Nachtheil mit sich, dass ein besonderes Rohr zum Abführen der sich über dem Heerde entwickelnden Dämpfe hergestellt werden muss. Ein solches Rohr, welches gewöhnlich Dunstrohr genannt wird, genügt aber in den wenigsten Fällen und erfüllt kaum den Zweck, den Geruch der Speisen abzuführen. Selbst wenn diese Röhren mit der grössten Sorgfalt aufgeführt und im Innern auch auf's Glatteste abgeputzt werden, führen sie dennoch nicht die Dämpfe ab, sondern die in dieselben eindringenden Dämpfe, wenn überall dieses stattfindet, kondensiren gleich an den kälteren Wandungen der Röhre und fallen

tropfenweise herunter. Diese Nachtheile finden bei den weiteren Küchenschornsteinen nicht statt, sondern es vermischen sich die Dämpfe mit dem aufsteigenden Rauch und behalten sie dadurch bis zu einem gewissen Grade ihre Wärme und ihre dampfförmige Beschaffenheit und entweichen mit dem Rauch zum grossen Theil ins Freie. Uebrigens hat man in neuerer Zeit, um diese Nachtheile bei Anwendung der engen Küchenschornsteine zu vermeiden, unterhalb des Qualmfangs über dem Feuerheerd eine Oeffnung in der Mauer hergestellt, welche die obere Ausmündung einer in der Mauer hergestellten Röhre bildet, die in der Mauer bis auf den Fussboden heruntergeführt und von hier aus unter die Rosten der Küchenheerdfeuerung geleitet ist. Durch diese Röhre werden die sich entwickelnden Dämpfe eingesogen und in das Feuer eingeleitet. Diese Einrichtungen haben sich in vielen Fällen sehr gut bewährt, nur sind dieselben nicht überall passend anzubringen und sind dieselben hauptsächlich nur passend für Küchen grösserer Wohnhäuser, wo mit Küchenheerden Luxus getrieben wird.

Bei Anwendung der besteigbaren Küchenschornsteine lässt man dieselben gewöhnlich auf einem gemauerten Rauchfang oder sogenannten Schornsteinmantel, wie in § 64 näher beschrieben, anfangen, welcher Rauchmantel dann gewöhnlich eine solche Grösse erhält, dass er mit seiner unteren und inneren Kante den darunter hergestellten Feuerheerd, ob offenen oder geschlossenen Heerd, auf allen Seiten um 15 Zentimeter überragt. In den gewöhnlichen Küchen lässt man diesen Rauchmantel auf einem hölzernen oder von Eisen hergestellten Rahmen anfangen, welcher Rahmen durch ein starkes Hängeeisen oder durch mehrere derselben, je nachdem es erforderlich ist, an die darüber befindliche Balkenlage befestigt wird. Erhält dieser Rauchmantel eine grosse Ausdehnung, so dass die eben benannte Befestigung nicht genügt, so bringt man, um den Raum nicht so sehr zu beschränken, eiserne Säulen zur Unterstützung des unteren Rahmens an. Es ist aber gleichzeitig notwendig, dass der Rahmen mit den Mauern, in welche er mit seinen Enden eingelegt wird, genügend fest verankert werde, damit derselbe durch den Schub des Mantelmauerwerks nicht herausgezogen werden kann. Bei Anwendung der Hängeeisen erhalten diese auch schon eine schräge Richtung, um dem Schube des Mantelmauerwerks entgegen zu wirken. Die Höhe der unteren Kante des Rauchmantels vom Fussboden ab muss mindestens 2 Meter betragen, damit man bequem hinunter treten kann. Eine grössere Höhe als 2,19 Meter wendet man aber selten an, und müssen dann schon besondere Verhältnisse dieses bedingen.

Man findet auch, wie schon oben angeführt wurde, statt dieser gemauerten Rauchfänge vielfach solche von Zink oder Eisenblech hergestellt, welches letztere Material sich aber wegen des sehr leicht entstehenden starken Rostes sehr wenig dazu eignet. Wendet man diese metallenen Rauchfänge an, so muss, wie bereits oben angeführt, der Schornstein eine selbstständige Unterstützung erhalten und wird diese dann gewöhnlich aus starken eisernen Stangen in Gestalt eines Rahmen mit daran befestigten schrägen Stützeisen hergestellt. Der Schornstein muss in diesem Falle bis mindestens 15 Zentimeter unterhalb der Decke heruntergeführt werden und wird der metallene Rauchfang um etwa 7 bis 8 Zentimeter in den Schornstein hineinreichend in der anliegenden Mauer mit Scharrhaken und mit leichten Hängeeisen an die Deckenbalken befestigt. Diese metallenen Rauchfänge finden ihre Hauptanwendung bei den engeren nicht besteigbaren Küchenschornsteinen, weil bei

Aufstellung grösserer Kochheerde die gemauerten Rauchmäntel wegen des dann notwendig starken Zusammenziehens am Schornstein schwieriger auszuführen sind.

Was die Ausführung der Küchenschornsteine betrifft, so ist auch hierbei darauf zu sehen, dass der innere Querschnitt derselben in der ganzen Höhe gleichförmig beibehalten werde. Bei besteigbaren Küchenschornsteinen kann man den inneren Querschnitt an einer oder der andern Stelle, wenn es die Umstände gerade mit sich bringen, als z. B. wo der Schornstein zwischen Balkenlagen durchgeführt wird, um einige Zentimeter verengen, wenn nur sonst Raum genug zum Durchfahren für den Schornfeinfeger vorhanden bleibt. Bei den engeren nicht besteigbaren Küchenschornsteinen muss aber das ursprünglich angenommene innere Querschnittmaass überall in gleicher Weise beibehalten werden, weil sonst die erforderliche Reinigung des Schornsteins nur mangelhaft beschafft werden kann und dieses dann leicht wieder Veranlassung zu Schornsteinbränden gibt. Diese letzteren Schornsteine müssen ebenso wie die Ofenschornsteine an den geeigneten Stellen eiserne Reinigungsthüren erhalten, durch welche die Reinigungsapparate in den Schornstein eingebracht werden, es sei denn, dass man unmittelbar von oben dieselben in den Schornstein einbringen kann, wie dieses namentlich bei flachen Dächern anwendbar ist. Sowol die besteigbaren als auch die engen nicht besteigbaren Küchenschornsteine müssen im Innern in ihrer ganzen Höhe mit Kalkmörtel vollständig ausgeputzt werden; ein Ausputzen mit Lehm ist durchaus verwerflich aus gleichen Gründen, wie schon oben angeführt wurde.

Wo der Raum und die sonstige Einrichtung eines Gebäudes es gestattet, ist es sehr zweckmässig, die sämmtlichen Schornsteine von Grund auf aufzuführen, um somit die Reinigung derselben sämmtlich von einem Raume aus, und zwar gewöhnlich im Keller, vornehmen zu können, weil dann in den verschiedenen Zimmern selbst, wo Oefen aufgestellt sind, nur die Reinigung dieser Oefen vorzunehmen ist. Eine solche Einrichtung hat aber gleichzeitig auch noch den Vortheil, dass, da die Schornsteine sämmtlich von Grund auf mit einander aufgeführt werden und entweder mit Hauptmauern verbunden sind oder einen Mauerkörper für sich bilden, im Fall eines heftigen Brandes, welcher das ganze Gebäude zerstört, die mit Löschen beschäftigten Mannschaften durch Einstürzen von Schornsteinen weniger bedroht sind. Allein eine solche Einrichtung ist nicht in allen Fällen durchführbar und zumal dann nicht, wenn in den oberen Stockwerken die heizbaren Zimmer kleiner und ihre Anzahl grösser wird, als in den darunter befindlichen Stockwerken. In solchem Falle lässt man die Schornsteine jedesmal in demjenigen Stockwerk und auf dessen unterliegende Balkenlage unmittelbar anfangen, wo der Schornstein benutzt werden soll. Zu diesem Zwecke legt man eine starke Bohle, welche in die beiden zunächst liegenden Balken eingelassen wird; darüber legt man einen Schieferstein von der Querschnittsform des Schornsteins oder der Nische, in welchen die Schornsteinröhre hergestellt wird, worauf dann gemauert wird. Die Schornsteinröhre selbst wird aber erst in einer Höhe von mindestens 31 Zentimeter über dem Fussboden angefangen und an dieser Stelle wird dann auch die untere Reinigungsthür eingesetzt, aus welcher der beim Reinigen des Schornsteins herunterfallende Russ herausgenommen wird. Statt einer solchen Bohle kann man auch die Zwischenweite zwischen den beiden Balken an dieser Stelle mit einem 13 Zentimeter hohen Steingewölbe ausfüllen, wobei

aber zu berücksichtigen ist, dass beim Eintrocknen der Balken und in Folge daraus entstehender Senkung des Gewölbes sehr leicht Risse und kleine Senkungen im Schornsteingemäuer entstehen können. Durch diese Anordnung, dass man die Schornsteine auf Balkenlagen ruhen lässt, wird die Feuersgefahr durchaus nicht herbeigeführt oder vergrössert, es wird aber dadurch die grosse Unbequemlichkeit herbeigeführt, dass die erforderliche Reinigung des Schornsteins im Stockwerk selbst, und zwar von dem betreffenden Zimmer aus, in welchem der betreffende Ofen aufgestellt und in den Schornstein eingeleitet ist, geschehen muss.

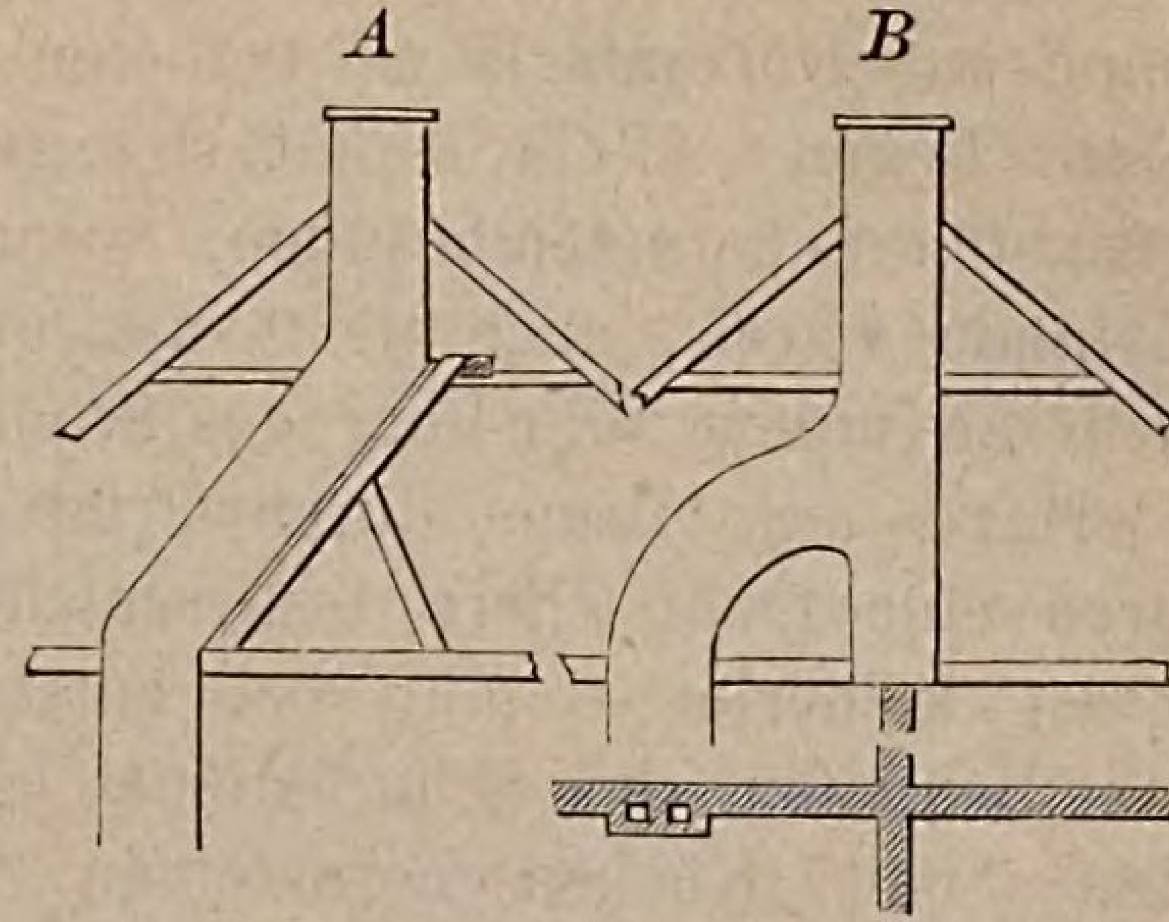
Wenn auch schon mehrfach angeführt, so muss hier dennoch wieder ererwähnt werden, dass es für die Solidität des ganzen Gebäudes notwendig und für dasselbe vom grössten Vortheil ist, dass gleichzeitig mit den Umfangs- und Scheidemauern und damit in gehörigen Mauerverbande auch die sämmtlichen Schornsteine aufgeführt werden, weil dann ein gleichmässiges Setzen des gesammten Mauerwerks des Gebäudes stattfinden kann. Sehr häufig wird dieses aber vernachlässigt und führt man erst dann die Scheidemauern und die Schornsteine auf, wenn man bereits das Dach über dem nur in seinen Umfangsmauern aufgeführten Gebäude aufgestellt hat. Dass diese Anordnung aber höchst fehlerhaft ist und daraus viele Risse und Sprünge im Innern des Gebäudes entstehen müssen, liegt klar auf der Hand.

Bei solchen Sattel- oder Winkeldächern ist, sobald die Schornsteine in den unteren Stockwerken nahe oder dicht an den Umfangsmauern des Gebäudes liegen, wenn nicht ganz besondere Umstände dagegen sprechen, ein Schleifen oder Schleppen der Schornsteine unterhalb der Dachflächen, um die Schornsteine zum First des Daches hinausführen zu können, notwendig. Die hierüber in den verschiedenen Städten bestehenden baupolizeilichen Vorschriften sind aber auch wieder sehr verschieden. Man findet in diesen Vorschriften einmal, dass das Schleifen der Schornsteine nur auf massiven Mauern oder Bogen, oder auf eisernen Unterlagen stattfinden dürfe, und ferner, dass der Neigungswinkel des geschleppten Schornsteins nicht unter 45 Grad betragen dürfe. In anderen Vorschriften dagegen findet man das Schleifen der Schornsteine auf starken Holzunterlagen gestattet und wird hier der geringste Neigungswinkel auf 30 Grad festgesetzt.

Durch langjährige Erfahrungen hat sich genügend herausgestellt, dass das Schleifen auf Holzunterlagen als vollständig und genügend feuersicher angenommen werden kann. Durch die erwähnte Vorschrift, dass der Neigungswinkel der Schleifung eines Schornsteins nicht unter 45 Grad betragen dürfe, wird im Allgemeinen schon bedingt, dass vom Schleifen der Schornsteine Abstand genommen werden muss, weil in den wenigsten Fällen dieser Winkel einzuhalten sein würde. Auch das Schleifen der Schornsteine auf gemauerten Bogen ist in manchen Fällen gar nicht durchführbar oder doch mit sehr erheblichen Schwierigkeiten verbunden, wesshalb man es dann in den meisten Fällen vorzieht, die Schornsteine lothrecht zum Dache hinauszuführen.

Vergleicht man nun die in umstehenden Figuren 261 a b dargestellten Fälle, so ergibt sich sofort, dass die Schleifung der beiden Schornsteinröhren auf einer Holzunterlage mit erheblich grösserer Leichtigkeit sich ausführen lässt, als diejenige auf einem gemauerten Bogen, bei welchem das fehlende Widerlager erst noch besonders gemauert werden muss. Durch die angeordnete Holzunterlage wird die Feuersicherheit der Anlage auch nicht im entferntesten gefährdet. Eine Hauptsache hierbei ist, dass der geschleifte Schornstein ge-

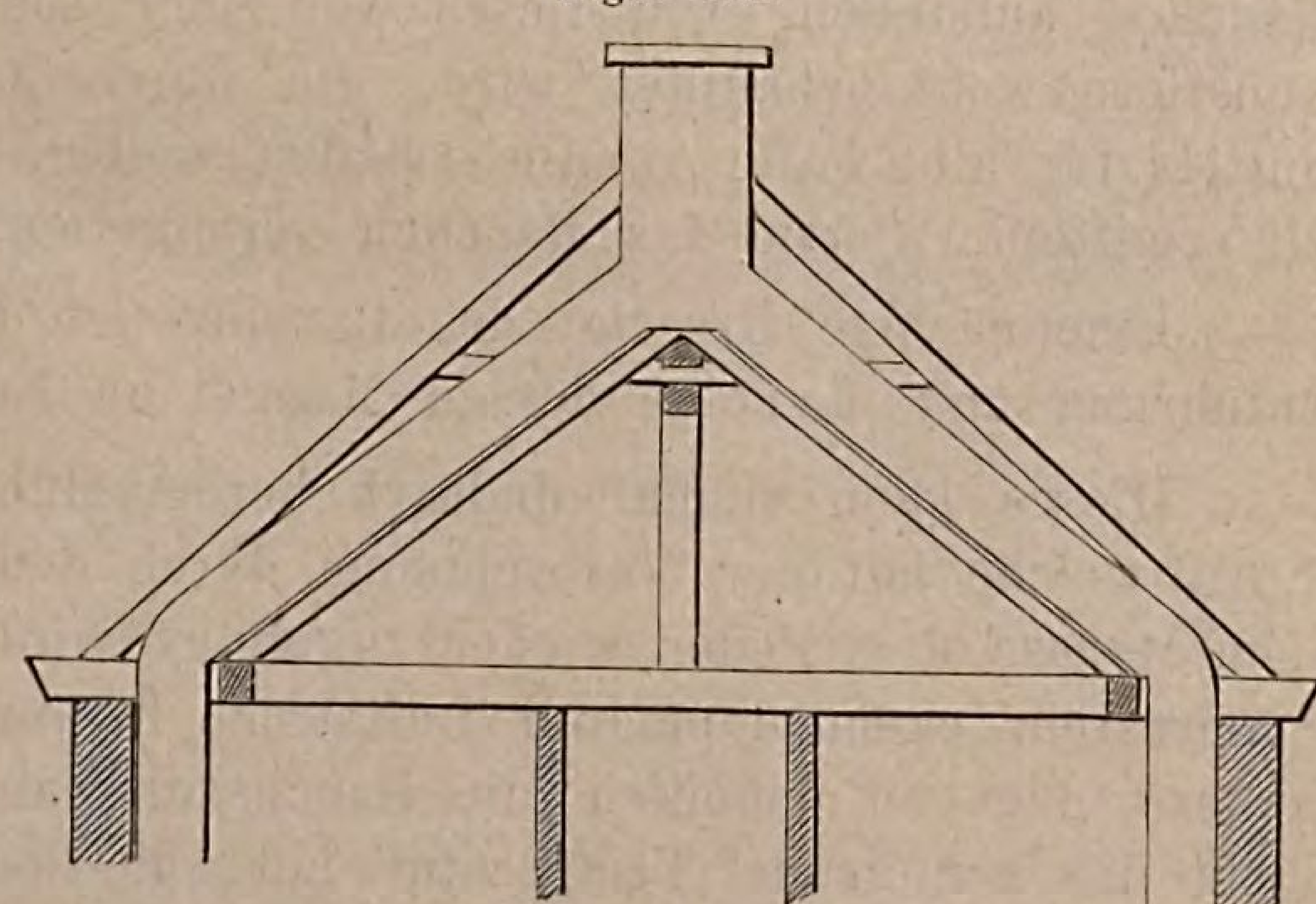
Figur 261.



nügend fest und sicher unterstützt wird, welches hier durch die schrägen Stützen a vollständig erreicht wird. Um hier ferner eine Isolirung des Schornsteinmauerwerks von der Holzunterlage zu erhalten, werden die Schleif- oder Schlepphölzer zunächst mit einer Schiefersteinlage bedeckt und darüber das Schornsteinmauerwerk ausgeführt. Eine Bewegung des oberen geschleiften Theils des Schornsteins kann nur erst dann erfolgen, wenn die Schlepphölzer ausweichen, und entstehen dann an der äusseren Kante des unteren Theils des Schornsteins Fugenöffnungen. Ist aber die Unterstützung der Schlepphölzer demgemäss hergestellt, dass ein Ausweichen der Schlepphölzer nicht stattfinden kann, so ist es auch nicht möglich, dass der geschleppte Schornsteintheil abrutschen kann. Ganz dasselbe würde auch stattfinden müssen, wenn die Unterlagen statt von Holz, von Eisen hergestellt würden.

Was jedoch das Schleifen der Schornsteine auf gemauerten Bogen betrifft, (das Schleifen der Schornsteine auf massiven Mauern kann nur dann stattfinden, wenn in dem unteren Stockwerk eine massive Mauer in der Richtung des zu schleppenden Schornsteins vorhanden ist, welche höher geführt werden kann); so bietet dieses weit eher Gefahr, dass Brechfugen im Schornsteingemäuer entstehen, weil die bogenförmig gemauerten Schornsteine sich in den wenigsten Fällen mit der Sorgfalt ausführen lassen, als dieses bei Bogenmauerungen in der Weise, wie sie sich hier ergeben, notwendig ist. Es ist auch ferner noch in Betracht zu ziehen, dass, wenn bei dieser Anordnung sich in dem Schornsteingemäuer Risse zeigen, diese sehr schwierig zu schliessen sind und nur dadurch ein weiteres Oeffnen derselben aufgehoben werden kann, dass man die schadhaften Theile abnimmt und wieder ganz erneuert.

Figur 262.



Sind die Schornsteine über grössere Weiten zu schleifen, wie z. B. in nebenstehender Figur 262 dargestellt ist, so kann man das Schleifen der Schornsteine auf gemauerten Bogen gar nicht zur Anwendung bringen, oder man muss vorab genügende Vorkehrungen herrichten, die ein Ausschieben des Bogens nach den Seiten hin verhindern. Da aber diese Vorkehrungen auch wieder erhebliche Mehrkosten verursachen würden, so ist man in solchem Falle schon mehr oder weniger darauf hingewiesen, die Schornsteine von der unteren Traufe des Daches ab lothrecht aufzuführen. Ein einzelner Schornstein an der äusseren Umfangsmauer würde daher unter diesen Verhältnissen ohne sehr bedeutenden Kostenaufwand gar nicht bis zum First des Daches hinaus aufzuführen sein.

Der einzige Grund, warum in manchen Städten das Schleifen der Schornsteine auf Holzunterlagen verboten ist, mag in der Befürchtung der Feuersgefahr liegen. Allein es hat sich genügend herausgestellt, dass selbst bei den heftigsten Schornsteinbränden, wenn sonst die Schornsteine in einem guten Zustande waren, auch nicht die geringste Gefahr sich zeigte und überhaupt auch die untere Wandung des Schornsteins, welche unmittelbar über der Holzunterlage lag, kaum durchwärmt wurde. Wird nun noch diese Wandung durch eine feuersichere Isolirschicht von der Holzunterlage gänzlich getrennt, so ist keinerlei Gefahr bei entstehendem Schornsteinbrande zu befürchten. Das Schleifen der Schornsteine kann übrigens auch nur bei gewöhnlichen Ofen- und Küchenschornsteinen Anwendung finden. Dagegen bei allen grösseren Feuerungsanlagen müssen die Schornsteine lothrecht aufgeführt werden und ist ein Schleifen derselben auch durchaus unstatthaft, weil einmal die Hitze in denselben bedeutend grösser ist, wegen des grösseren Verbrauchs an Brennmaterial, und ferner, weil dieserhalb auch der Schornstein erheblich stärkere Umfassungsmauern erhalten muss, als dieses bei den gewöhnlichen Ofen- und Küchenschornsteinen der Fall ist.

Ein sehr fataler Uebelstand, der sich nicht selten einstellt, besteht darin, dass der beim Einheizen der Oefen entstehende Rauch, anstatt durch den Schornstein zu entweichen ins Zimmer wieder zurücktritt. Ein solcher Uebelstand ist sehr beschwerlich, und um denselben zu beseitigen, hat man nicht selten die künstlichsten Apparate angewendet, ohne aber dadurch für die Dauer dem Uebelstande abgeholfen zu haben, wenn auch für den ersten Zeitraum eine Abhilfe erreicht zu sein schien.

Es sind mancherlei Ursachen, welche das Zurücktreten des Rauches veranlassen, und ist man im Stande diese zu ermitteln, so lassen sich durch zweckmässige angewendete Mittel dieselben beseitigen. Es lassen sich aber keineswegs bestimmte für alle Fälle giltige Vorschriften zur Abhilfe des Rauches aufstellen, wie dieses von den sogenannten Fumisten oder Rauchkünstlern wohl behauptet wird, die durch Anpreisung irgend eines Geheimmittels für alle Fälle Abhilfe schaffen wollen. Es sind zunächst die Ursachen zu ermitteln, welche das Rauchen veranlassen.

Eine nächste Ursache des Rauches ist der Mangel an genügender Luftzuführung und in Folge dessen Mangel an Lufterneuerung.

Dieses kann einmal dadurch herbeigeführt werden, dass die Menge der Luft, welche mit der Verbrennung durch den Schornstein entweicht, nicht in dem Maasse dem Feuer wieder zugeführt wird. Dieser Umstand bringt in dem Schornstein einen doppelten Luftstrom hervor, wovon der eine abwärts, der andere dagegen, nämlich die Rauchsäule aufwärts zieht, indem der Rauch nicht die genügende Temperatur hat, die kalte Luftsäule im Schornstein zu erwärmen und so das theilweise Niedersinken derselben zu verhindern. Der abwärts gehende Luftstrom führt die äussere kalte Luft durch den Schornstein in den Ofen und da die beiden entgegengesetzten Luftströmungen nicht von einander zu trennen sind, so nimmt der abwärts dringende Luftstrom immer einen Theil des Rauchs wieder mit sich und drückt ausserdem auf den im Ofen sich entwickelnden Rauch, welcher dann durch die Oeffnungen und Fugen des Ofens in das Zimmer zurückgedrängt wird. Diesem Uebelstande lässt sich nun dadurch erheblich entgegen arbeiten, dass man die Zugöffnungen im Ofen, durch welche dem Feuer die nötige Luft zugeführt wird, vergrössert

und namentlich stets rein erhält, damit die Luft genügend eintreten kann, und ferner, dass man die Oeffnung der Röhre, welche in den bezüglichen Schornstein eingeleitet ist und zur Abführung des Rauchs in den Schornstein bestimmt ist, verkleinert, welches am einfachsten mittelst einer beweglichen Schieberklappe in derselben zu beschaffen ist. Durch eine solche Verengerung der Einmündung in den Schornstein erreicht man, namentlich im Anfange des Heizens den grossen Vortheil, dass der Rauch mit einer erheblich grösseren Geschwindigkeit in den erweiterten Theil des Schornsteins ausströmt, und hebt man dadurch mehr oder weniger die Wirkung der abwärts ziehenden Luftschicht im Schornstein auf die abwärts ziehende Rauchsäule auf.

Durch eine zu erhebliche Vergrösserung der Zugöffnungen im Ofen kann aber auch wieder ein Zurücktreten des Rauchs in das Zimmer hervorgerufen werden, weil dann eine grössere Menge Luft in dieselben einströmt als zur Unterhaltung einer gehörigen Verbrennung erforderlich ist. In diesem Falle entweicht ein grosser Theil der einströmenden Luft, ohne dass sie vom Feuer zersetzt wird, mit einer bedeutend niedrigeren Temperatur in den Schornstein, wodurch aber die Temperatur des in den Schornstein abzuleitenden Rauchs gleichzeitig auch erniedrigt und in Folge dessen die Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstroms vermindert wird, welches aber dann zur Folge hat, dass sie nicht mehr im Stande ist, den freigewordenen Rauch mit fortzuführen, sondern dieser dann durch irgend einen einwirkenden Umstand ins Zimmer wieder zurückgedrängt wird. Diesem Uebelstande lässt sich dadurch wieder entgegentreten, dass man die Zugöffnungen ebenfalls mit beweglichen Schiebern versieht, wodurch man in den Stand gesetzt wird, die Luftzuströmung zu reguliren.

Es kommt aber auch nicht selten vor, dass das Zurücktreten des Rauchs ins Zimmer durch mangelhaftes Einheizen, um Ersparung an Brennmaterial zu erzielen, hervorgerufen wird, und man also durch geringe Mittel grössere Zwecke erreichen will. In solchen Fällen findet man aber dann auch nicht selten in den Schornsteinen selbst eine verhältnissmässig bedeutend grössere Ansammlung von leicht brennbarem Glanzruss.

Eine andere Ursache des Zurücktreten des Rauchs entsteht auch leicht daraus, wenn mehre Heizungen in verschiedenen Stockwerken in einen gemeinschaftlichen Schornstein einmünden.

Mündet z. B. in einen Schornstein von übrigens gleichförmigem Querschnitt in einer bestimmten Höhe eine zweite Ofenröhre ein, so bildet sich in dieser letzteren ein Luftstrom, der unter Umständen den unteren Theil des Schornsteins wie mit einem Ventile abschliessen kann, wodurch dem Abziehen des Rauchs aus der unteren Röhre ein wesentliches Hinderniss entgegengesetzt wird.

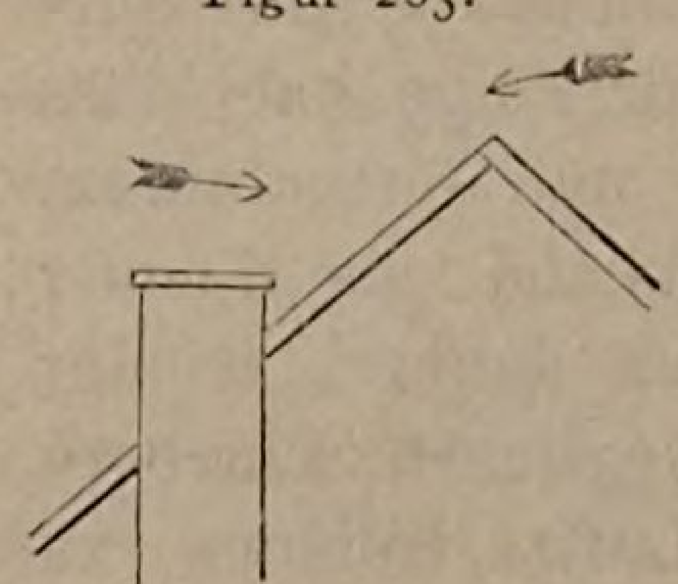
Münden verschiedene Ofenröhren in einen gemeinschaftlichen Schornstein aus, so findet überhaupt in allen Röhren ein Luftstrom statt, derselbe mag nun kalt oder warm sein. Geben nun aber mehrere Röhren nur kalte Luft her, so ist die natürliche Folge, dass dadurch die Temperatur in dem gemeinschaftlichen Schornstein sehr erniedrigt wird und daher auch der aufsteigende warme Luftstrom bedeutend an Geschwindigkeit verlieren muss. In Folge der Temperaturerniedrigung und der geringeren Geschwindigkeit der Rauchsäule entsteht aber der Uebelstand, dass ein Theil des Rauches wieder niedersinkt und in diejenigen Röhren eindringt, deren zugehörige Heizungen für den Augenblick nicht benutzt werden.

Es ist überhaupt immer nachtheilig, mehreren Heizungen in verschiedenen Stockwerken einen gemeinschaftlichen Schornstein zu geben, namentlich bei Anwendung eines langsamer brennenden Materials, als Torf oder Steinkohlen, weil hier schon wegen der erheblich grösseren Menge Wasserdampf, welcher dem Rauche beigemengt ist, eine möglichst schnelle Abführung des Rauches erforderlich ist.

Es kann auch ein Rauchen bei denjenigen Schornsteinen entstehen, die bis zum Keller zum Zweck der erforderlichen Reinigung heruntergeführt sind. Hier ist dann sehr häufig dem Uebelstande dadurch abzuhelfen, dass man einen horizontalen Schieber unmittelbar unter der Einmündungsröhre des Ofens im Schornstein anbringt, wodurch derselbe an dieser Stelle abgeschlossen und nur dann geöffnet wird, wenn der Schornstein gereinigt werden soll. Man schliesst hierdurch die untere kalte Luftsäule im Schornstein vollständig ab und verhindert ein Sinken des Rauchs.

Sehr häufig rührt aber das Zurücktreten des Rauchs auch davon her, dass der Schornstein eine zu geringe Höhe hat, oder dass er seitwärts zum Dache eines Gebäudes hinausgeführt ist, ohne den First dieses Daches oder der benachbarten Dächer zu überragen, wie dieses in nebenstehenden Figuren 263 A B angedeutet ist.

Figur 263.



Je nachdem dann der Wind von einer Seite des Daches oder von der anderen Seite desselben herkommt, bilden sich, da die Richtung des Windes niemals horizontal ist, sondern dieselbe meistens einen Winkel mit der Horizontalen bildet, welcher zwischen 4 bis 10 Grad sich verändert, Fall- oder Wirbelwinde, oder es entsteht eine plötzliche und augenblickliche Verdichtung der Luft, welche, wenn die Ausmündung des Schornsteins unterhalb der Firstlinie des Daches liegt, einen Druck auf dieselbe ausübt und verhindert, dass der Rauch frei ausströmen kann. In den wenigsten Fällen ist aber dann die Temperatur der Rauchsäule im Schornstein so hoch und überhaupt die Temperaturdifferenz zwischen der Rauchsäule im Schornstein und der äusseren Temperatur noch so bedeutend, dass sie die Fähigkeit hat, diesen Widerstand zu überwinden. Die notwendige Folge ist dann, dass der Rauch im Schornstein zurückgedrängt wird und aus dem Ofen in das Zimmer eindringt. Die Wirkung des Winddruckes ist in manchen Fällen, je nachdem der Wind heftig ist oder gar zum Sturm ausartet, so bedeutend, dass selbst bei nicht geheizten Oefen die in denselben etwa noch befindliche Asche bis in die Mitte der Zimmer, in welchen die Oefen aufgestellt sind, zerstreut wird. Es ist daher dieses Umstandes wegen schon notwendig, dass die Schornsteine stets bis zu einer gewissen Höhe über den First des Daches hinaus aufgeführt werden. Diese Höhe sollte nie weniger betragen, als mindestens 30 Zentimeter. Bei einzelnen zur Seite des Daches hinausgeführten Schornsteinen, namentlich wenn sie eine erhebliche freistehende Länge ausserhalb des Daches erhalten, kann aber wieder sehr leicht die Gefahr entstehen, dass sie bei heftigem Winde umgeworfen werden, zumal wenn sie nicht einen genügend grossen Querschnitt haben und das Umfassungsmauerwerk derselben nicht durch die im Innern eingemauerten Zungen gehörig mit einander verbunden sind, also wenn sie nicht aus mehreren mit einander verbundenen Schornsteinen bestehen. Bei einem einzelnen Schornsteinrohr ist das Umwerfen durch den Wind sehr leicht möglich.

Man findet es nun zwar sehr häufig; dass die Schornsteine zur Seite des Daches aufgeführt werden. Wo das Schleifen der Schornsteine durch polizeiliche Vorschriften erschwert wird, ist eine solche Einrichtung, die Schornsteine lothrecht zur Seite des Daches aufzuführen, wol mehr oder weniger geboten und in manchen Fällen auch nicht wol zu vermeiden; wo aber dem Schleifen der Schornsteine keine erheblich erschwerenden Vorschriften entgegenstehen, kann eine solche Einrichtung mit etwas grösserem Kostenaufwand vollständig vermieden werden, was jedoch in sehr vielen Fällen von den Bauunternehmern nicht berücksichtigt wird, um die einmal festgesetzten Baukosten nicht zu ihrem Nachtheil zu vergrössern. Häufig ist es aber dann auch vorgekommen, dass Schornsteine in dieser Art gebaut, wegen des fortwährenden unerträglichen Rauchens wieder abgebrochen und alsdann in geschleifter Lage bis zum First des Daches hinaus aufgeführt wurden, wodurch in den meisten Fällen dem erwähnten Uebelstande gänzlich abgeholfen wurde.

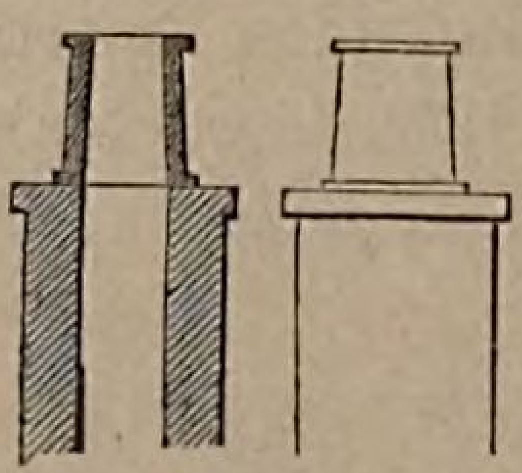
Bei Gebäuden, die nur mit flachen Dächern überdacht sind, ist ein Schleifen der Schornsteine nicht wol möglich und, wenn solches dennoch stattfinden soll, kann es nur innerhalb der Stockwerke selbst stattfinden, oder in den Umfangs- oder Zwischenmauern versteckt geschehen, wo dann aber nicht selten der Uebelstand eintritt, dass in den Brechungspunkten der veränderten Schornsteinrichtung Reinigungsthüren erforderlich werden, zumal an diesen Stellen gewöhnlich eine Verengung entsteht, weil in dem Knicke der innere Querschnitt meistens beibehalten wird, statt denselben hier nach der Höhe etwas zu vergrössern, indem die entstehende untere Ecke im Schornstein stark abflacht. Bei hohen Dächern ist aber das Schleifen der Schornsteine mehr oder weniger unentbehrlich, wenn man dem Uebelstande des Rauchens vorbeugen will, oder man muss das Gebäude mit hohen Seitengiebeln aufführen und von Grund auf bei der Anlage und Einrichtung des Gebäudes schon darauf Rücksicht nehmen, dass die Schornsteine an diesen Giebeln zu liegen kommen und mit denselben gleichzeitig aufgeführt werden.

Eine sehr fehlerhafte Anlage, deren hier noch Erwähnung geschehen muss, ist eine solche, wo mehrere Schornsteine so in einander geleitet werden, dass sie an ihrem oberen Ende in einen gemeinschaftlichen grösseren Schornstein ausmünden, als z. B. wenn in verschiedenen übereinander liegenden Stockwerken die Rauchabzüge von Küchenheerden in einen schon im untersten Stockwerk benutzten Küchenschornstein eingeleitet werden. Abgesehen von der Feuergefährlichkeit, welche eine solche Einrichtung darbietet, gibt dieselbe aber gleichzeitig auch Veranlassung zu fortwährendem Rauchen und zwar in den sämmtlichen bezüglichen Räumen. In älteren Gebäuden findet man noch einzelne solche fehlerhafte Anlagen; in neueren Gebäuden sind diese Anlagen jedoch, auch schon mehr oder weniger durch die polizeilichen Bestimmungen verhindert, nicht mehr zur Ausführung gekommen.

Um bei vorhandenen Schornsteinanlagen den Uebelstand des Zurücktretens des Rauches aufzuheben, sind schon manche Vorschläge zur Abhilfe gemacht und auch viele Mittel zu diesem Zwecke in Anwendung gebracht. Man hat einzelne sehr komplizirte Schornsteinaufsätze, die sich selbst zu reguliren hatten, auf die obere Ausmündung des Schornsteins gestellt und befestigt. Der Feuersicherheit und der Leichtigkeit wegen mussten dieselben aus Metallblech hergestellt werden. In den meisten Fällen entsprachen derartige Apparate aber nur für eine kurze Zeit dem verlangten Zweck, denn sobald die inneren

Wandungen und in Folge dessen auch die Charniere der Axen der beweglichen sich selbst regulirenden Klappen, oder der untere Rand des Mantels des Apparates, sobald dieser auch beweglich sein sollte, mit Russ und Staub bedeckt waren, musste notwendig die freie Bewegung der einzelnen Theile des Apparates oder des ganzen Apparates, worauf allein nur der Erfolg beruhte, aufhören; sie blieben dann in irgend einer Stellung feststehend und der beabsichtigte Zweck wurde nicht mehr erreicht.

Figur 264.



In manchen Fällen hat man mit gutem Erfolge Schornsteinaufsätze von der Form eines abgestumpften Kegel- oder Pyramidenmantels angewendet, dessen untere Grundfläche der oberen Oeffnung des Schornsteins entsprechend war. Diese Einrichtung ist in nebenstehenden Figuren 264 A B näher dargestellt.

Diese Aufsätze kann man auch in denjenigen Fällen anwenden, wo mehrere Schornsteinröhren nur durch Zungen von einander getrennt, neben und aneinander liegen, und wo dann jedes Schornsteinrohr einen besonderen Aufsatz erhält. Diese Aufsätze bestehen entweder aus gebranntem Thon oder man stellt sie auch sehr häufig aus Portland-Zement her und erhalten dieselben eine Höhe von 36 bis 42 Zentimeter.

Figur 265.



Liegen mehrere Schornsteine, die nur durch Zungen von einander getrennt sind, nebeneinander, so ist es durchaus erforderlich, dass die inneren Zungen mindestens 5 bis 8 Zentimeter über das äussere Umfassungsmauerwerk des Schornsteins wegragen, wie dieses in nebenstehender Figur 265 angedeutet ist.

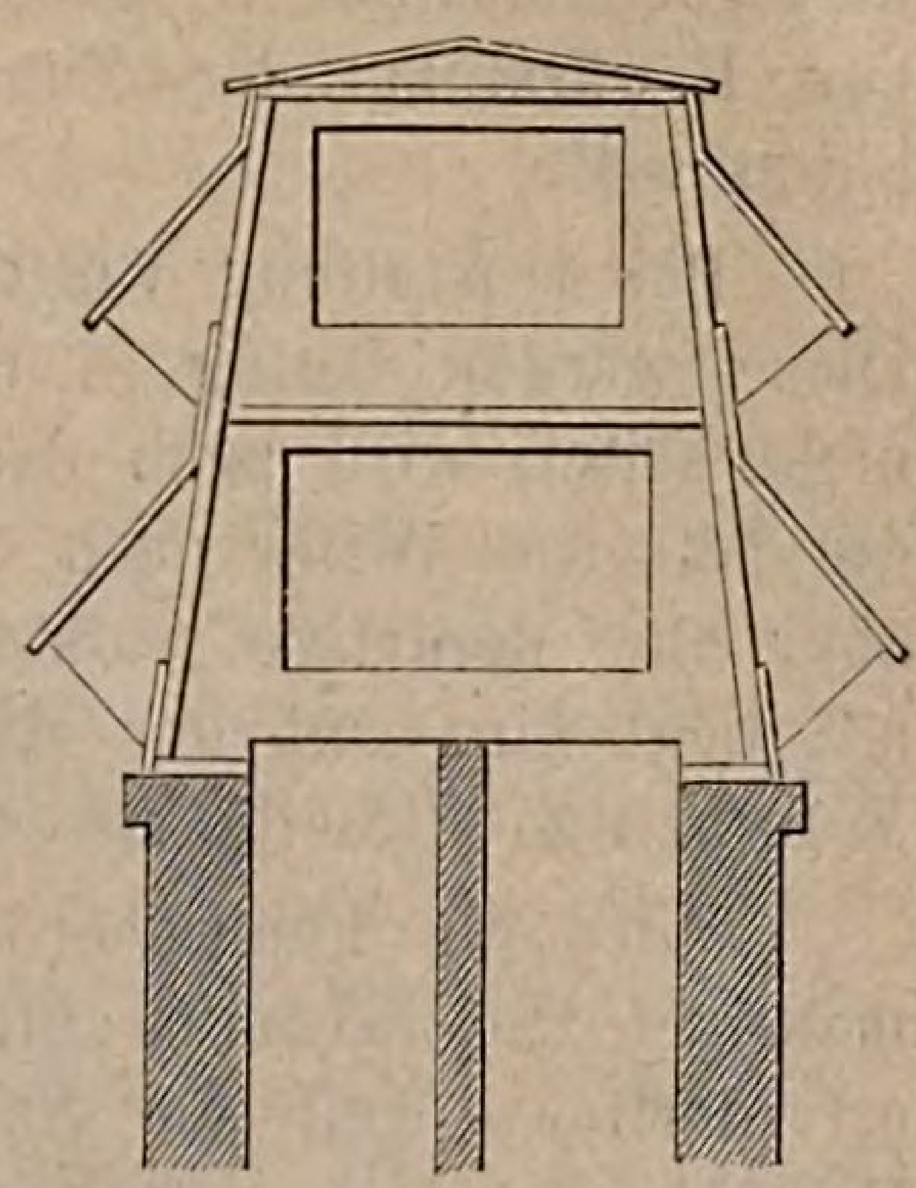
Findet solches nicht statt, so kann es sehr leicht vorkommen, wenn der eine oder der andere Schornstein nur benutzt wird, dass der aus dem benutzten Schornstein aufsteigende Rauch durch den Wind zum Theil in den nicht benutzten Schornstein eingedrängt wird, in diesem dann niedersinkt und in den Ofen und aus diesem dann in das Zimmer, in welchem der Ofen aufgestellt ist, eintritt.

Um die Wirkungen der Sonnenstrahlen auf den Schornstein, wodurch für kurze Zeit und zwar gewöhnlich des Mittags, auch ein Zurücktreten des Rauchs entstehen kann, aufzuheben und gleichzeitig um zu verhindern, dass der Regen in den Schornstein eindringt, wendet man zweckmässig eine feststehende Schornsteinkappe von Metallblech an, die auf einzelnen in dem Schornsteingemäuer befestigten eisernen lothrechten Stangen ruht und mit diesen fest verbunden ist. Statt solcher Metallblechkappen mauert man auch an den Ecken und je nach der Grösse des Schornsteins in der Mitte der Längenseiten desselben schmale Pfeiler auf und überdeckt diese dann mit grossen Schiefersteinplatten, welche Einrichtung ganz denselben Zweck erfüllt.

Ein einfacher zweckmässiger Aufsatz, welcher schon mehrfach und mit gutem Erfolge zur Abwendung des Zurücktreten des Rauches, namentlich an solchen Stellen, wo starke Fallwinde vorherrschend sind, als z. B. in der Nähe sehr hoher Gebäude, in Anwendung gekommen ist, ist in nachstehender Figur 266 im Durchschnitt näher dargestellt.

Der aus Metallblech hergestellte Aufsatz besteht aus einem abgekürzten Pyramidenmantel, dessen obere Fläche mit einem kleinen Dache vollständig gedichtet ist. In den vier Seitenwänden sind je zwei Oeffnungen, die jedesmal wieder durch schräge feststehende Kappen bedeckt sind, so dass der Wind nicht in direkter Richtung auf die Ausmündung des Schornsteins wirken kann. Diese schrägen Klappen sind an den Seiten mit dichten feststehenden Blechwänden an den Hauptmantel befestigt, so dass auch seitwärts keine Wirkung des Windes auf die Oeffnungen erfolgen kann. Ein Schliessen und Wiederöffnen dieser Klappen durch den Winddruck findet hier gar nicht statt; bei dem starken Ansatz von Russ und Asche, welcher in solchen bedeckten Schornsteinen stattfindet, würde auch eine selbstregulirende Bewegung der Klappen sehr bald gehemmt werden. Bei Anwendung dieses Apparates kann auch selbst bei gewöhnlicher Windrichtung eine direkte Wirkung des Windes auf die obere Ausmündung des Schornsteins nicht stattfinden. Es ist aber eine genügend sichere Befestigung dieses Apparates in dem Schornsteingemäuer erforderlich, damit derselbe bei heftigem Winde nicht herabgeworfen werde.

Figur 266.



§ 69. Die Feuerungsanlagen in Wohnräumen.

In Betreff der Anlage von Feuerheerden in Küchen und Kaminen in Zimmern ist noch Folgendes zu bemerken:

Jeder Feuerheerd sowie auch jeder Kamin oder Ofen dürfen nur an einer massiven feuersicheren Mauer aufgestellt werden, und muss bei den gewöhnlichen Fällen in Wohngebäuden, wovon hier auch überall nur die Rede ist, die Stärke dieser Mauern mindestens eine Ziegelsteinbreite betragen. Die Aufstellung der hier erwähnten Anlagen an Ständerwerksmauern oder an hölzernen Wänden, wenn diese auch mit Kalkputz überzogen sind, und selbst auch in einer Entfernung von 15 Zentimeter von denselben kann jedenfalls sehr leicht feuergefährlich werden, indem durch die fortwährend einwirkende Wärme das Holzwerk vollständig austrocknet und erwärmt erhalten wird, und es dann nur eines geringen Anlasses bedarf, um in Entzündung zu geraten.

Bei Aufstellung von Feuerheerden und Zimmerkaminen wird die Rückmauer, woran diese Feuerungsanlagen zu liegen kommen, stets massiv aufgeführt. Man hat aber auch Zimmerkamine, welche im eigentlichen Sinne nicht zum Heizen der Zimmer dienen, sondern vielmehr nur zum Leuchten dienen können, und welche man daher nur als Luxusgegenstand zu betrachten hat, wie überhaupt Kamine für unser Klima nur als Luxusgegenstände zu betrachten sind. Diese bezeichneten Kamine sind auch so eingerichtet, dass sie an einer bestimmten Stelle im Zimmer in der Nähe eines Schornsteins, der übrigen Einrichtung des Zimmers anpassend, aufgestellt werden, und da sie dann eigentlich nicht den Zweck haben, das Zimmer zu erwärmen, sondern vielmehr nur als Zierrat hauptsächlich dienen, so wird häufig auch nicht genügend berücksichtigt, dass dennoch eine gleiche Einrichtung bei Aufstellung

derselben stattfinden muss, als bei denjenigen Kaminen, welche in der That zur Erwärmung der Zimmer dienen sollen, wenn man Feuersgefahr verhüten will.

Bei Aufstellung von Oefen wird mannichfach sehr rücksichtslos verfahren. Diese werden häufig in unmittelbarer Nähe von Holzwänden aufgestellt und nicht selten wird auch das eiserne Rauchrohr von solchen Oefen noch durch die hölzerne Wand nach einem entfernt liegenden Schornstein geleitet. Dass aber eine derartige Aufstellung von Oefen im höchsten Grade feuergefährlich ist, liegt klar auf der Hand und findet man auch in allen baupolizeilichen Vorschriften dieselbe als durchaus unzulässig verboten.

Wird ein Feuerheerd unmittelbar über einem Gewölbe, also auf einem massiven Untergrunde aufgestellt, so sind keine weiteren Vorsichtsmaassregeln erforderlich, weil die Auffüllung vom Gewölbe ab bis zur Unterkante des Feuerheerds doch von Mauerwerk oder sonst unverbrennlichem Material hergestellt wird. Werden aber in den oberen Stockwerken eines Gebäudes Küchen angelegt und sollen dann die Feuerheerde oder Küchenheerdoefen auf einer Balkenlage aufgestellt werden, so sind jedenfalls erst besondere Vorrichtungen erforderlich, um überall ein Entzünden der Balkenlage unter einem solchen Heerde oder in der unmittelbaren Nähe desselben zu verhindern.

Ist der Feuerheerd ein gemauerter, auf dessen Oberfläche nur offene Feuer zum Kochen der Speisen benutzt werden, so ist der massive Heerdkörper zwischen der Sohle der Feuerkuhle und dem Fussboden der Küche hinreichend stark, um alle Befürchtungen einer etwaigen Entzündung der Balken unter dem Feuerheerde aufzuheben und hat man dann nur Sorge dafür zu tragen, dass der hölzerne Fussboden in der unmittelbaren Umgebung des Heerdes genügend geschützt werde, welches aber dadurch vollständig erreicht werden kann, dass man den Fussboden um den Heerd herum in einer Breite von 60 bis 90 Zentimeter mit einer dichten Steinlage in Lehm oder Kalk belegt.

Ist dagegen der Küchenheerd ein geschlossener und mit Rostfeuerungen eingerichteter Heerd, in welchem Falle derselbe entweder aus Thonkacheln aufgesetzt oder in den meisten Fällen aus Guss- oder Schmiedeeisen hergestellt wird, so ist jedenfalls eine feuersichere Unterlage desselben erforderlich. Hierzu genügt aber durchaus nicht eine einfache Eisenplatte oder eine einzelne gemauerte Schicht aus Mauer- oder Schiefersteinen, sondern es muss diese Unterlage so stark hergestellt werden, dass ein Durchhitzen der glühenden Asche in den Aschenfällen der verschiedenen Rostfeuerungen des Heerdes und somit ein Entzünden der darunter befindlichen Balken- und hölzernen Fussbodenlage niemals stattfinden kann. Zu diesem Zwecke legt man auf die Holzunterlage (Fehlboden), welche in der Ausdehnung des Feuerheerdes in die Balken um ihre Dicke eingelassen wird, eine Schicht starker Schiefersteine in Lehm oder Kalk und schiebt die Steine in ihren Stossfugen möglichst dicht zusammen. Darüber legt man mindestens zwei Schichten in gutem Verbande und mit dichten Stossfugen hergestelltes Mauerwerk. Die obere Schicht dieser Aufmauerung trifft in den meisten Fällen in den Heerdmantel selbst, welches auch ohne weiteren Nachtheil stattfinden kann. An denjenigen Stellen aber, wo die Aschenkasten unter den Rostfeuerungen eingeschoben werden, ist jedesmal die Sohle des Aschenfalls mit einem Schieferstein zu belegen und der Aschenfall ringsum vollständig bis unter die Roste der Heerdfeuerung zu bemauern, wodurch verhindert wird, dass die durch die Roststäbe durchfallende

Asche sich in den übrigen Raum des Heerdes verbreiten kann. Durch das Belegen der Sohle des Aschenfalls mit einem Schieferstein verhindert man, dass beim häufigen Ausziehen und Einschieben des Aschenkastens und durch das Auskehren dieses Raumes die Kalkfugen des unteren Mauerwerks ausgerissen werden, wodurch unter Umständen, namentlich wenn die Ausmauerung nicht mit vollständig deckenden Stossfugen gemauert ist, leicht ein Durchhitzen bis zum unteren Holzboden und in Folge dessen eine Entzündung desselben würde entstehen können. Der Fussboden um den Heerd herum ist ebenfalls mit feuersicherem Material zu belegen und ist es hier jedenfalls auch am vortheilhaftesten, dass man Schiefersteine in einer Breite von etwa 60 bis 90 Zentimeter um den Heerd herum in eine auf dem Holzboden ausgebreitete Lehm- oder Kalklage legt und die Schiefersteinreihe an ihren äusseren Kanten herum durch eine ebenso hohe Holzleiste als die Schiefersteine dick sind, welche auf den Fussboden festgenagelt wird, vollständig in ihrer Lage erhält.

Man kann übrigens auch an der Stelle, wo der Heerd aufgestellt werden soll, den betreffenden Balken auswechseln, alsdann zwei kurze eiserne Balken von etwa 13 Zentimeter Höhe einlegen, die sich in genügender Weise leicht befestigen lassen, und zwischen diesen dann ein leichtes Gewölbe von 13 Zentimeter Stärke herstellen. Ein solches Gewölbe würde dann die Untermauerung zum grossen Theil ersetzen. Im Uebrigen aber ist auch bei dieser Anordnung ein Bedecken der Sohle des Aschenfalls im Heerde mit einem Schieferstein erforderlich aus bereits oben erwähnten Gründen.

Werden Heizkamine im unteren Stockwerk oder in oberen Stockwerken auf Balkenlagen aufgestellt, so gilt in Betreff der Untermauerung ganz dasselbe, wie bei den Küchenheerden angeführt ist. Es wird hier aber die Untermauerung so viel tiefer zwischen der Balkenlage heruntergelegt, dass ihre Oberfläche noch mit einer glattgeschliffenen Schiefersteinplatte belegt werden kann, die mit dem übrigen Fussboden des Zimmers dann in gleicher Höhe zu liegen kommt. Darüber wird dann der Kamin, welcher gewöhnlich aus Gusseisen besteht, eingeschoben. Der Kamin erhält aber ausserdem noch eine gusseiserne Grundplatte, die unmittelbar auf der Schiefersteinplatte liegt und die Fugen zwischen Stein und Holz vollständig bedeckt. Ausserhalb des Kamins ist der Fussboden vor demselben auch noch zu grösserer Sicherheit mit einer dünnen Metallplatte zu belegen, welche auf den Fussboden befestigt wird und entweder mit der Grundplatte des Kamins verbunden oder doch soweit unter dieselbe hinunter geschoben wird und dicht an dieselbe anschliesst, dass keine glühenden Kohlen und Asche auf den hölzernen Fussboden durchfallen können. Ausserdem aber sind diese Kamine noch mit Funken- und und Aschenfängern zu versehen, um das Umhersprühen der Funken, welches bei leicht brennenden hier nur verwendbaren Brennmaterial sehr häufig stattfindet, und das Umherstäuben der Asche möglichst zu beschränken.

Auch bei der Aufstellung der gewöhnlichen Zimmeroefen, diese mögen nun eiserne Oefen oder Thonoefen sein, ist die Einrichtung zu treffen, dass der hölzerne Fussboden unter dem Ofen durch eine dichte Steinlage vollständig von demselben getrennt werden. Namentlich ist auch darauf zu achten, wenn der Ofen mit einer Rostfeuerung versehen ist, dass der unterzuschiebende Aschenkasten in besondere zu diesem Zwecke unter der Ofenplatte befestigte Falzleisten hängt, sobald der Ofen keinen dicht gemauerten Sockel erhält. Ist dieses letztere der Fall, so wird zum Einschieben des Aschenkastens ein

kastenförmiger Raum im Sockelmauerwerk hergestellt und die Sohle desselben mit einem Schieferstein belegt, auf welchem der Aschenkasten eingeschoben wird.

Wenn unter Oefen oder Kamine einzelne Steinplatten gelegt werden, so darf man hierzu, da sie unter Umständen der ausstrahlenden Hitze direkt ausgesetzt sein oder durch darauf fallende glühende Kohlen erhitzt werden können, keine Kalksteinarten, als namentlich nicht Marmorplatten verwenden, indem diese sehr leicht dazu geeignet sind unter dieser Einwirkung zu zerklüften, in welchem Zustande sie aber dann nicht mehr die genügende Sicherheit gegen Feuersgefahr bieten.

Bei allen Vorgelegen von Feuerungen in den oberen Stockwerken, oder wo unmittelbar hölzerne Fussboden gegenliegen, ebenso auch bei Tischler- oder Kochkaminen ist ein steinerner Belag des hölzernen Fussbodens vor solchen Anlagen erforderlich und zwar in gleicher Weise, wie oben bei den Feuerheerden und Kochheerden angegeben ist Sind die Vorgelege so gross, dass man hineintreten muss, so wird der Fussboden innerhalb derselben ganz mit Steinen belegt.

§ 70. Die Fabrikschornsteine.

Unter der Bezeichnung „Fabrikschornsteine" werden hier sämmtliche Schornsteine angenommen, die zu grösseren Feuerungsanlagen benutzt werden. Bis dahin war nur die Rede von Schornsteinen für gewöhnliche Küchen- und Stubenofenfeuerungen, die in bewohnten Gebäuden vorkommen und wo nur von kleinerem Feuer Anwendung gemacht wird. Diejenigen Schornsteinanlagen aber, die bei grösseren Kessel- und Pfannenfeuerungen erforderlich sind, bedürfen jedenfalls auch in baulicher Beziehung einer anderen Einrichtung; denn wenn z. B. bei Schornsteinen zu gewöhnlichen Ofen- und Küchenfeuerungen in Wohngebäuden ein Schleifen der Schornsteine ohne jede Gefahr zulässig ist, so ist dieses bei Fabrikschornsteinen aber keineswegs der Fall, sondern es ist notwendig, dass dieselben gut fundirt von Grund auf bis zur ganzen Höhe lothrecht aufgeführt werden. Wegen des stärkeren Verbrauchs an Brennmaterial, also auch wegen der stärkeren Hitze der inneren Luftsäule im Schornstein, ist es aber ferner auch notwendig, dass die Umfassungsmauern dieser Schornsteine eine grössere Stärke erhalten als die oben erwähnten Schornsteine.

Auch der innere Querschnitt des Schornsteins wird hier notwendig ein anderer und richtet sich dieser nach der Grösse der Rostfläche der Feuerung, welche Grösse aber auch wieder von dem Aufwande des Brennmaterials abhängig ist. Da aber diese Bestimmung der Grösse des inneren Querschnitts hiernach, wenn man dieselbe in allen Fällen streng einhalten wollte, nicht selten eine Grösse des inneren Querschnitts dieses Schornsteins ergeben würde, dass derselbe weder durch Besteigen noch mittelst Durchziehens zu reinigen sein würde, welches übrigens bei grösseren Fabrikschornsteinen niemals stattfindet, so gibt man diesen Schornsteinen gewöhnlich einen so grossen inneren Querschnitt, welcher das Besteigen derselben zulässig macht. Wenn nun auch in gewöhnlichen Fällen ein solcher Schornstein zum Zweck der Reinigung nicht bestiegen wird, so ist dennoch diese grössere Weite zweckmässiger, einmal, weil bei der grösseren freistehenden Höhe, welche ein solcher Schorn-

stein erhalten muss, derselbe jedenfalls mehr Stabilität erhält als dieses bei engeren hochstehenden Schornsteinen der Fall ist, und ferner, weil bei engeren Röhren eine häufigere Reinigung unter allen Umständen notwendig werden würde. Diese grössere Querschnittsweite reicht dann auch für gewöhnliche kleinere Dampfkesselfeuerungen aus und bietet andernfalls aber auch den grossen Vortheil, dass man mehrere kleine Kessel- oder Pfannenfeuerungen gleichzeitig in denselben Schornstein einleiten kann. Für grössere Dampfkesselfeuerungen hat man aber den Querschnitt des Schornsteins noch verhältnissmässig zu vergrössern.

Da aber unter diesen Verhältnissen beim Abziehen des Rauchs aus den Feuerzügen direkt in den Schornstein eine sehr bedeutende Menge der nutzbaren Wärme mit entweichen würde, so sucht man diesem Nachtheil dadurch vorzubeugen, dass man den Rauchabzug beim Eintritt in den Schornstein durch einen senkrechten beweglichen Schieber regulirt, und ist bei einiger Aufmerksamkeit des Heizers sehr bald zu ermitteln, wie gross die Oeffnung zum Abziehen des Rauches aus den Feuerzügen in den Schornstein gelassen werden muss, um eine schnelle und vollständige Verbrennung des auf dem Feuerroste liegenden Brennmaterials zu erzielen und gleichzeitig auch, um den Verlust an nutzbarer Wärme möglichst zu verringern.

Was nun die Schornsteine für die kleineren Kessel- und Pfannenfeuerungen betrifft, so gibt man den Wandungen derselben eine Stärke von mindestens einer Steinlänge. Diese Stärke wird bis zu einer bestimmten Höhe von der Oberfläche der Feuerroste ab beibehalten und von hier ab kann dann die Stärke des Umfassungsmauerwerks nach Verhältniss bis auf eine Steinbreite verringert werden. Die grössere Stärke des Umfassungsmauerwerks des unteren Theils des Schornsteins, wie hier angegeben, ist schon desshalb hier wesentlich erforderlich, um, da derartige Schornsteine doch meistentheils in den Gebäuden selbst oder doch unmittelbar daran und in vielen Fällen auch noch unter Mitbenutzung der anliegenden Gebäudemauern aufgeführt werden, die daraus entstehende Feuergefährlichkeit aufzuheben, insofern, dass bei anhaltendem stärkeren Heizen die Wärme der durch den Schornstein entweichenden Rauchsäule das Schornsteingemäuer auf die Dauer mit erhitzt, und bei der grösseren Stärke des Schornsteingemäuers dann das in der Nähe des Schornsteins befindliche Holzwerk nicht so leicht entzündet werden kann. Man nimmt zweckmässig diese Höhe, in welcher das Umfassungsmauerwerk eines solchen Schornsteins eine grössere Stärke erhält, bis 7,84 Meter von der Oberfläche der Feuerroste der Kessel- oder Pfannenmauerung an. Bis zu der hier angegebenen Höhe entsteht bei anhaltender Feuerung jedenfalls die grösste Erwärmung des Mauerwerks; dagegen im oberen Theil des Schornsteins kühlt die aufsteigende Rauchsäule schon erheblich mehr ab, wesshalb für diesen Theil auch die Stärke des Umfassungsmauerwerks ohne allen Nachtheil geringer angenommen werden kann und gewöhnlich auch angenommen wird. Es ist aber nichtsdestoweniger dennoch erforderlich, dass das in der Nähe anliegende Balken- und Sparrenholz des Gebäudes, wenn der Schornstein im Innern des Gebäudes aufgeführt wird, mindestens 15 Zentimeter von dem Schornsteingemäuer überall entfernt bleibe. Wird der Schornstein ausserhalb des Gebäudes, jedoch unter Mitbenutzung der Umfangsmauer des letzteren als Schornsteinwandung aufgeführt, so darf in diesen mitbenutzten Theil der Umfangsmauer kein Balkenholz eingelegt werden, selbst wenn auch die Mauer an dieser Stelle eine verhältnissmässig grössere Stärke erhält, weil die Wärme jedenfalls in die Mauer

eindringt und das Holz dadurch stark ausgetrocknet wird, welches in diesem Zustande dann durch irgend einen ungünstigen Zufall leicht entzündet werden kann.

Man findet mehrfach die Ansicht ausgesprochen, dass es zweckmässig sei, das innere Mauerwerk eines Schornsteins, soweit als dasselbe dem unmittelbaren Angriff des entweichenden heissen Rauchs ausgesetzt ist, mit Lehmmörtel aufzuführen. Dieses ist aber keineswegs so zweckmässig, denn durch die abwechselnde Einwirkung von Feuchtigkeit und Erhitzung, welche bei häufigerer Unterbrechung der Benutzung des Schornsteins noch stärker sich äussert, leidet der Lehmmörtel im höchsten Grade und bröckelt sehr bald aus den Fugen aus, in Folge dessen dann die freistehenden Kanten und Ecken der Steine um so rascher abbröckeln und zerstört werden. Sehr zweckmässig und jedenfalls auch für die Dauer vortheilhafter ist es, wenn man das innere Mauerwerk des Schornsteins in Verband mit dem übrigen äusseren Mauerwerk bis zu einer gewissen Höhe aus feuerfesten Steinen aufführt, oder wenn man diese nicht zur Stelle hat, dazu nur durchaus gut gebrannte mit scharfen Kanten versehene Ziegelsteine verwendet. In beiden Fällen bedient man sich zum Vermauern sehr zweckmässig eines guten Kalkmörtels, welcher mit Chamottsteinmehl oder in Ermangelung desselben mit Ziegelmehl versetzt wird. Auch der Portland-Zement findet hierbei sehr vortheilhafte Verwendung. Unter allen Umständen ist es aber notwendig, dass die Mörtelfugen nicht zu stark und vollständig dicht gemauert werden, damit sie geringere Oberfläche bieten, weil sie in allen Fällen doch nur geringen Widerstand leisten.

Durchaus verwerflich zu diesem Mauerwerk sind aber die sogenannten Luftsteine, sowie auch die bei jedem Ziegelbrande entstehenden halbgar gebrannten Ziegelsteine, die sogenannten Bleichsteine. Diese werden durch die abwechselnd darauf einwirkende heisse Luft oder Hitze keineswegs stärker ausgebrannt, sondern sie werden dadurch nur mürber und bröckeln um so leichter ab und machen eine sehr baldige Erneuerung des inneren Schornsteinmauerwerks erforderlich. Selbst auch zur Verwendung bei den Schornsteinen zu kleineren Feuerungen in Wohngebäuden sind diese Steine durchaus untauglich, weil sie die Bildung von Glanzruss (brennbaren Russ) in hohem Grade befördern und ferner auch noch die mangelhafte Eigenschaft besitzen, dass der im Innern des Schornsteins sich ansetzende Russ sehr leicht den Stein durchdringt, so dass der Schornstein auch auf der äusseren Seite sehr bald minder oder mehr braun gefärbt erscheint.

Am unteren Ende der hier erwähnten Schornsteine bringt man an den geeigneten Stellen, wo nicht die unmittelbare Ausströmung des heissen Rauchs von der Feuerung her trifft, eine hinreichend grosse eiserne Thüre an, um in den Schornstein einsteigen zu können. Nicht selten findet man aber auch, dass diese Einsteigeöffnungen mit einer dünnen Blendmauer in Lehmmörtel vermauert, geschlossen werden, welche Blendmauer dann bei Bedarf zu beseitigen ist und auch sehr leicht wieder hergestellt werden kann. Bei den kleineren Schornsteinen, die mittelst durchgezogener Bürsten oder über Kreuz gebundener Besenreiser gereinigt werden, sind zu diesem Zwecke am unteren Ende sowie auch am oberen Ende eiserne dichtschliessende Reinigungsthüren anzubringen und ist das Schliessen solcher Reinigungsöffnungen mit eingesetzten Steinen jedenfalls sehr verwerflich, weil sie unter Umständen leicht herausfallen können.

Was nun die Schornsteine zu grösseren Feuerungsanlagen und namentlich auch zu Dampfkesselfeuerungen betrifft, so ist die Bauart derselben jedenfalls sehr verschieden von derjenigen der bisher beschriebenen Schornsteine, und zwar einmal schon wegen der bedeutenderen Höhe, welche dieselben erhalten müssen zur Verminderung der Belästigung des ausströmenden Rauchs und ferner auch wegen des notwendig grösseren inneren Querschnitts in Folge der Verbrennung eines bedeutend grösseren Quantums Brennmaterial.

Wenn nun auch, was den inneren Querschnitt eines solchen Schornsteins betrifft, der Schornstein sehr häufig anfänglich nur für die Abführung des Rauchs einer grossen Feuerung bestimmt ist, und man hiernach den Querschnitt bestimmen könnte, so liegt es doch jedenfalls im Interesse des Eigenthümers, dass man diesen grösser annimmt, als für die anfängliche Bestimmung notwendig erforderlich ist, um später auch noch mehrere oder vielleicht grössere anzulegende Feuerungen in denselben einleiten zu können, welches namentlich bei Fabrikanlagen und deren spätere Vergrösserung nicht selten der Fall ist. Eine Vergrösserung des inneren Querschnitts ist auch, ganz abgesehen von einer späteren Mehrbenutzung des Schornsteins, durchaus ohne allen Nachtheil, weil man den Abzug des Rauchs aus den Feuerungskanälen in den Schornstein vor Eintritt in denselben doch stets durch einen besonderen Schieber zu reguliren hat; ferner aber ist es auch Thatsache, dass der Rauch aus einer kleineren Oeffnung in einen erweiterten Raum mit grösserer Geschwindigkeit ausströmt. Andererseits muss aber auch noch berücksichtigt werden, dass, je enger ein Schornstein ist und je grösser seine Höhe wird, die Geschwindigkeit, mit welcher die innere Luft- oder Rauchsäule aufsteigt, wol grösser wird, allein dabei entsteht auch wieder der Umstand, dass die Reibung an den inneren Wandungen des Schornsteins beträchtlicher wird, welches aber wieder sehr nachtheilig auf den Abzug des Rauchs aus dem Schornstein einwirkt.

Die grössere Höhe des Schornsteins beschleunigt bis zu einem gewissen Grade jedenfalls den Luftzug, ausserdem ist sie aber, wie auch schon oben angeführt wurde, notwendig, um den lästigen Rauch zu entfernen. Man findet sehr häufig Schornsteine von 18 bis 28 Meter und nicht selten auch bis zu 47 Meter Höhe und darüber. Die beiden höchsten Schornsteine, welche bis jetzt aufgeführt wurden, sind einer in England von 133,75 Meter Höhe und einer in Schottland von 132,89 Meter Höhe. Der erstere Schornstein hat an der Basis 13,72 Meter und an der oberen Ausmündung 3,65 Meter Durchmesser; zur Ausführung desselben wurden drei Millionen Backsteine verwendet.

Wichtiger aber als die grössere Höhe des Schornsteins ist, wenn nicht sonstige Zwecke, als Abführung von Rauch und Dünsten, besonders beabsichtigt werden, jedenfalls eine zureichende innere Querschnittsweite; denn es ist notwendig, dass die ganze Menge Luft, die in den Heerd gelangen muss, auch durch den Schornstein abziehen kann. Bei einer grösseren inneren Weite des Schornsteins wird einmal, wie schon oben angedeutet wurde, die Reibung an den inneren Wandungen des Schornsteins in dem Verhältniss der Vergrösserung abnehmen, ferner wird aber jedenfalls verhältnissmässig mehr Luft durch denselben entweichen können. Nichtsdestoweniger ist aber die Höhe, welche der Schornstein erhalten muss, keineswegs ganz willkürlich zu verringern, denn bei der grösseren Höhe findet jedenfalls auch eine vergrösserte Geschwindigkeit statt.

In Betreff der erforderlichen inneren Querschnittweite eines Schornsteins schreibt *Grouvelle* auf 30 bis 36 Kilogramm Steinkohlenverbrauch per Stunde einen Querschnitt von 10 Quadratdezimeter vor und für einen Heerd, worauf 100 Kilogramm Steinkohlen per Stunde verbrennt werden, soll die Weite $^1/_5$ Quadratmeter sein. Soll dann der Rauch von mehreren Feuerungen in einen gemeinschaftlichen Schornstein geleitet werden, so muss der innere Querschnitt desselben dem erforderlichen Gesammt-Querschnitt für alle Feuerungen gleich kommen. Die hiernach erforderliche Weite des inneren Querschnitts wird aber in den wenigsten Fällen als maassgebend eingehalten, sondern man geht stets darüber hinaus und nimmt man den inneren Querschnitt des Schornstein meistens nicht unter 0,55 bis 0,62 Meter im Quadrat oder wenn derselbe rund wird, im Durchmesser, und sucht man dann den Zug des Feuers, wie auch schon oben angeführt wurde, durch einen besonders angebrachten Schieber zu reguliren.

In Betreff der Höhe der Schornsteine ist zu bemerken, dass selbstverständlich dieselbe im Allgemeinen mehr betragen muss als diejenige der in der Nähe derselben befindlichen Gegenstände, als z. B. Gebäude, hohe Bäume oder dergleichen, weil durch diese leicht Wirbel- oder Fallwinde erzeugt werden können, welche auf den Zug in den Schornsteinen nachtheilig einwirken. Wo aber hierauf keine Rücksicht genommen zu werden braucht, muss die Höhe des Schornsteins über der Einmündung des Rauchrohrs mindestens die $1^1/_6$fache Länge des gesammten Feuergangs von der Mitte des Rostes bis zur Einmündung in den Schornstein betragen. Münden mehrere Feuerungen in denselben Schornstein ein, so nimmt man die Länge des längsten Feuerganges an und bestimmt dann hiernach die Höhe des Schornsteins. Allein auch diese Regel wird in den wenigsten Fällen eingehalten, und gewöhnlich ist man auch schon durch andere in Betracht kommende Umstände genötigt, die Höhe des Schornsteins erheblich zu vergrössern. Hierdurch wird dann der Vortheil erlangt, dass der Rauch in grösserer Höhe abzieht und die unmittelbar anliegende Umgebung nicht so sehr durch Rauch belästigt wird.

Was nun die Ausführung der Schornsteine betrifft, so erhalten sie äusserlich stets eine etwas pyramidale Form. Manchmal findet man auch, dass der innere Querschnitt desselben ebenfalls pyramidal ist; allein dieses ist durchaus nicht erforderlich und ist es keineswegs für den Zug nachtheilig, wenn man den inneren Querschnitt in der ganzen Höhe des Schornsteins von gleicher Weite herstellt, wodurch bei der Aufführung des Schornsteins die Arbeit erheblich erleichtert wird.

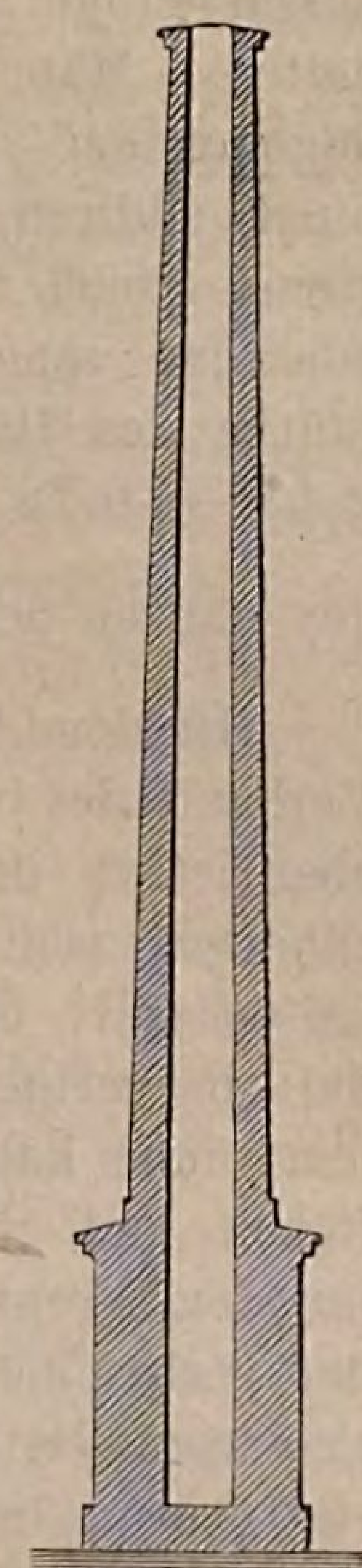
Zur Verzeichnung eines Schornsteins in Betreff der pyramidalen Form desselben, gibt es mehrere Vorschriften. Man theilt nämlich die ganze Höhe, welche der Schornstein erhalten soll, in Stockwerke von 4,40 bis 4,70 Meter Höhe ein, und nachdem man die Stärke des Umfassungsmauerwerks für das obere Ende des Schornsteins festgestellt hat, rechnet man für jedes nächstfolgende untere Stockwerk für die Wangenstärke einen halben Ziegel mehr, wodurch sich dann leicht die Stärke am unteren Ende des Schornsteins ergibt und hiernach die Böschung des Mauerwerks leicht verzeichnet werden kann.

Eine andere Vorschrift ist, dass man den äusseren Durchmesser des Schornsteins, welchen derselbe am oberen Ende erhalten soll, am Fusse des Schornsteins noch um $^1/_{20}$ der Höhe desselben verstärkt. Wird auch der

innere Querschnitt des Schornsteins pyramidalisch, so erweitert man denselben nach unten hin um $^1/_{60}$ seiner ganzen Höhe.

Indessen beginnt man nicht unmittelbar am Fusse des Schornsteins mit der Böschung des Mauerwerks nach der schrägen festgesetzten Linie, sondern man führt bis zu einer bestimmten Höhe, wie diese der äusseren Ansicht des Schornsteins am besten entsprechend ist, einen in seinen äusseren Seitenflächen lothrechten Unterbau in Form eines Postamentes auf, welches am Fusse mit einem Sockel und oberhalb mit einem umlaufenden Gesimse versehen ist. Ebenso führt man auch das innere Schornsteinrohr, wenn dasselbe nach oben hin sich verjüngen soll, also auch eine pyramidale Gestalt erhält, innerhalb dieses Unterbaues lothrecht in der Querschnittsweite der unteren Grundfläche des pyramidalen Schornsteinrohrs auf und lässt die bestimmte Verjüngung erst oberhalb des Unterbaues beginnen, wie dieses in nebenstehender Figur 267 dargestellt ist.

Figur 267.



Man gibt den Schornsteinen einen viereckigen oder achteckigen oder auch einen kreisrunden Querschnitt im Innern, wonach sich dann gleichzeitig auch die Form des äusseren Querschnitts des Schornsteins richtet. Der kreisrunde Querschnitt ist jedenfalls am vortheilhaftesten, weil derselbe einmal dem Winde die geringste Fläche zum Angriff bietet, ferner aber auch, weil keine sogenannten todten Ecken im Innern des Schornsteins sich ergeben, welche zum Ansetzen von Russ so sehr leicht Gelegenheit bieten, wie dieses namentlich bei denjenigen Schornsteinen mit viereckigen Querschnitt leicht der Fall ist; endlich ist noch zu berücksichtigen, dass der kreisrunde Umfang den grössten Querschnitt bei geringstem Materialaufwand einschliesst. Der Unterbau des Schornsteins wird in seinem äusseren Querschnitt jedoch in den meisten Fällen im Quadrat angelegt und aufgeführt und nur der gewählte innere Querschnitt wird bis zur Einleitung des Rauchkanals der Feuerung im Innern dieses Unterbaues herunter geführt.

Um die am Boden des inneren Schornsteins sich sammelnden Flugruss- und Aschentheilchen herausnehmen, und nötigenfalls auch in das Innere des Schornsteins gelangen zu können, wird am unteren Ende des Unterbaues an einer Seite eine Oeffnung, etwa 60 Zentimeter breit und wenigstens eben so hoch, mit einem Bogen überwölbt, angebracht. Diese Oeffnung wird gewöhnlich an der inneren Seite und eben so auch äusserlich durch eine einen halben Ziegel starke Mauer in Lehm oder Kalk vermauert, geschlossen gehalten.

Was die Stärke des Umfassungsmauerwerks solcher Schornsteine betrifft, so sollte dieselbe am obersten Ende eines Schornsteins niemals geringer als die Länge eines ganzen Ziegels betragen. Man findet zwar nicht selten die Ansicht ausgesprochen, dass eine geringere Stärke des Mauerwerks am oberen Ende des Schornsteins and zwar eine Stärke von einer Ziegelsteinbreite hinreichend genüge, allein dem ist nicht so, wie weiter unten noch näher nachgewiesen werden soll.

Nimmt man die Stärke des Umfassungsmauerwerks eines Schornsteins an seinem oberen Ende zu 25 Zentimeter, so lässt sich nach oben angegebenen Regeln nun die Stärke des Umfassungsmauerwerks des ganzen Schornsteins

bestimmen. Soll z. B. ein solcher Schornstein eine Höhe von 29 Meter erhalten, wovon der lothrechte Unterbau in einer Höhe von 5,47 Meter abgesetzt wird, so bleibt die Höhe des pyramidal aufzuführenden Schornsteins gleich 23,53 Meter. Ist nun der innere Querschnitt des Schornsteins gleich 0,78 Meter angenommen, so beträgt bei einer Stärke des Umfassungsmauerwerks von 25 Zentimeter am oberen Ende des Schornsteins, der äussere Durchmesser des Schornsteins 0,78 + 0,50 Meter = 1,28 Meter. Nach obiger Regel soll nun der äussere Durchmesser des Schornsteins an seinem oberen Ende um $^1/_{20}$tel seiner Höhe vermehrt werden, um den äusseren Durchmesser desselben am unteren Ende, wo derselbe sich auf den Unterbau setzt, zu erhalten. Man würde hiernach, da die Höhe des Schornsteins zu 23,53 Meter angenommen ist, also 23,53 : 20 = 1,17 Meter zum oberen Durchmesser hinzu addiren, also den äusseren Durchmesser am unteren Ende des Schornsteins gleich 1,28 + 1,17 Meter = 2,45 Meter erhalten. Nimmt man hiervon den inneren Querschnitt mit 0,78 Meter, so ergibt sich die doppelte Stärke des Umfassungsmauerwerks am unteren Ende des Schornsteins gleich 2,45 — 0,78 gleich 1,67 Meter, also die Stärke des Umfassungsmauerwerks des ganzen Schornsteins gleich $\frac{1,67}{2}$ gleich 0,83 Meter.

In dem lothrechten Unterbau eines solchen Schornsteins ist ein richtiger Verband der verschiedenen Mauerschichten sehr leicht einzuhalten. Schwieriger aber ist es in dem oberen Theil des Schornsteins den richtigen Verband einzuhalten, weil hier wegen der pyramidalen Form, welche der Schornstein erhalten soll, der Verband sich in jeder nächstfolgenden oberen Schicht schon um ein geringes ändert. Um aber hier dennoch einen möglichst guten Verband inne halten zu können, wird in der Weise verfahren, dass man an den Ecken und in der Mitte jeder Aussenfläche in den Schichten den Verband für den Kreuzverband anlegt und dann von der Mitte aus nach beiden Ecken hin verbandmässig mauert, so dass die Ausgleichung der in jeder Schicht sich verändernden Längen stets neben den Eckziegeln stattfindet. Dieses findet statt sowol bei Schornsteinen mit viereckigem, als auch bei solchen mit achteckigem Querschnitt.

Erhält der Schornstein einen kreisrunden Querschnitt, so hat man, wie schon oben erwähnt wurde, den grossen Vortheil, dass die todten Ecken im Innern des Schornsteins ganz wegfallen und es genügt daher vollständig, wenn man hierbei den inneren Querschnitt des Schornsteins dergestalt beschränkt, dass die Seitenlänge des quadratischen Schornsteins als Durchmesser des runden Schornsteins angenommen wird.

Auch die Stabilität eines runden Schornsteins ist in so fern grösser als die eines viereckigen oder achteckigen Schornsteins, als der runde Schornstein dem Winde keine eigentliche Angriffsfläche entgegengesetzt. Dieses hat auch die Veranlassung gegeben, dass man bei runden Schornsteinen das Umfassungsmauerwerk in erheblich geringerer Stärke ausgeführt hat, als dieses bei viereckigen oder achteckigen Schornsteinen der Fall ist. Man hat die Wangenstärke eines runden Schornsteins an seiner oberen Ausmündung zu 15 Zentimeter als genügend festgestellt, welche Stärke dann in Höhen von etwa 3,13 Meter abwärts jedesmal um 2,50 Zentimeter vergrössert werden solle, woraus sich dann gleichzeitig auch die äussere Böschung des Schornsteins bestimmen lässt. Es würde sich hiernach unter Beibehaltung der oben angenommenen Höhe des Schornsteins die Wangenstärke am unteren Ende des Schornsteins gleich

15 + 18 = 33 Zentimeter ergeben. Um hier die Ausführung des Schornsteins zu erleichtern, ist die Anwendung von Formsteinen notwendig. Es würde aber dennoch nicht die Ausführung erleichtert werden, wenn man für den ganzen Schornstein einerlei Formsteine anwenden wollte; man nimmt daher die Wangenstärken jedesmal auf Geschosshöhe (also hier 3,13 Meter) gleichmässig und vergrössert die Steine des nächst unteren Absatzes jedesmal um 2,50 Zentimeter. Hierdurch entstehen im Innern des Schornsteins zwar Absätze, die den inneren Querschnitt des Schornsteins keineswegs verengern, sondern es treten diese Absätze jedesmal, wo sie entstehen ringsum 2,50 Zentimeter hinter die Peripherie des bestimmten inneren Querschnitts nach Aussen zurück. Durch diese Einrichtung entsteht sonach keinerlei Hinderniss für das Aufsteigen des Rauchs und kann dieselbe somit in keiner Weise für den Zug des Schornsteins nachtheilig werden; man erreicht aber dadurch den grossen Vortheil, dass man jedes einzelne Geschoss (Abtheilung des Schornsteins) mit einer und derselben Sorte von Steinen aufführen kann, wenn man bei Feststellung der Steinformen in der mittleren Höhe des betreffenden Absatzes jedesmal den Querschnitt als Grundform annimmt. In solchem Falle wird dann ein Verhauen der Steine beim Vermauern der einzelnen Schichten kaum notwendig, wenigstens nur in einem sehr geringen Grade und man ist dadurch in den Stand gesetzt, in der ganzen Höhe des Schornsteins einen richtigeren Mauerverband einhalten zu können.

Diese eben angeführte Bestimmung der Wangenstärke kann aber durchaus nicht als zweckentsprechend angenommen werden, wenn sie auch mehrfach bei Schornsteinaufführungen angewendet worden ist. Die hieraus sich ergebende Wangenstärke des Schornsteins wird viel zu geringe und wird nicht einmal hinreichen, dem Einflusse der äusseren Witterung genügend Widerstand zu leisten. Bei heftigem Regen wird derselbe durch die Mörtelfugen eingetrieben werden und da vorherrschend nur aus einer Richtung der Schlagregen auf den Schornstein trifft, so muss auch an dieser zugekehrten Seite des Schornsteins der Mörtel anhaltend weicher bleiben als an der entgegengesetzten Seite, wodurch schon in den einzelnen horizontalen Querschnitten ungleiche Druckwirkungen erzeugt werden müssen, indem an der durchnässten Seite der Mörtel länger weich bleibt und durch die obere Mauerlast länger zusammengepresst werden wird, als an der entgegengesetzten Seite. Ferner aber wird auch dieser Umstand sehr nachtheilig wirken, wenn nach länger anhaltenden Regenwetter plötzlich scharfer Frost eintritt und der durchweichte Mörtel dann gefriert. Dieses Letztere muss aber auch wieder sehr wesentlich dazu beitragen, dass die Wangen des Schornsteins wegen des geringen Verbandes, in welchem so schwaches Mauerwerk aufgeführt wird, nach lothrechter Richtung zerbersten und somit die vertikalen Risse durch heftige Einwirkungen des Sturmes veranlasst, entstehen.

Auch die im Innern des Schornsteins aufsteigende Luftsäule wirkt im hohen Grade auf die Zerstörung der Wangenmauer und findet dieses jedenfalls in bedeutend höherem Grade bei schwächeren Wangenmauern statt, als wenn dieselben eine grössere Stärke haben. Wenn nun auch die hier angegebene Stärke der Wangenmauer für die Stabilität des Schornsteins genügt, so ist damit aber noch keineswegs ausgesprochen, dass dieselbe auch dann genügen wird, wenn der Schornstein zur Kesselfeuerung benutzt wird, um so weniger, da durch die runde Querschnittsform hierbei noch keineswegs eine gleichmässige Erhitzung des Wangenmauerwerks erhalten wird, und wenn

dieses dennoch der Fall sein sollte, so würde sie dadurch schon wieder gestört werden, dass das Mauerwerk zu schwach ist und eine einseitige Abkühlung der inneren heissen Luftsäule an der Seite, worauf die Windrichtung direkt trifft, befördert. Die geringste Stärke der Wangenmauer an der oberen Ausmündung des Schornsteins sollte daher nie unter 25 Zentimeter betragen, weil bei dieser Stärke des Mauerwerks dieselbe im Stande ist, nicht nur einen genügenden Mauerverband (Kreuzverband) in Ausführung zu bringen, wodurch jedenfalls ein besserer innerer Verband der Wangenmauer erzielt wird, sondern man kann auch mit gehörig vollen Fugen mauern, welches hier durchaus erforderlich ist, um das Durchdringen der Feuchtigkeit möglichst zu verhindern. Ausserdem wird aber auch durch stärkeres Mauerwerk in sehr bedeutendem Grade der schnelleren und ungleichen Abkühlung der inneren heissen Luftsäule entgegengewirkt.

In Betreff des Unterbaues eines solchen Schornsteins ist noch zu bemerken, dass derselbe an seinen oberen Kanten mit einem Deckgesimse zu versehen ist. Die über den eigentlichen Schornsteinaufsatz vorstehenden Theile des Unterbaues oder das Deckgesimse desselben, müssen stets in gutem Zementmörtel vermauert werden und ist es sehr zweckmässig, wenn das Deckgesimse mit Schiefersteinen in Zement gelegt, abgedeckt wird, um zu verhindern, dass das Regenwasser von oben eindringen könne. Auch, wenn der Unterbau einen vortretenden Sockel erhält, ist dafür Sorge zu tragen, dass überall kein Wasser eindringen kann, weil sonst für die Dauer das Mauerwerk zum grossen Nachtheil des Ganzen leiden wird.

Zur Ausführung der Aufmauerung solcher hohen Schornsteine bedient man sich gewöhnlich eines hölzernen Arbeitsgerüstes. Dieses muss aber genügend und sicher abgeschwertet werden, damit bei heftigen Winden während der Arbeit keine Schwankungen entstehen. Ein solches Gerüst darf aber ausserdem in keinerlei Verbindung mit der Mauerung des Schornstein stehen, weil nicht allein die fortwährenden Erschütterungen während der Zeit, dass die Arbeiter mit den Materialien sich darauf hin und herbewegen, sondern auch die durch heftige Winde entstehenden Schwankungen, welche trotz tüchtiger Abschwertungen der Gerüste dennoch nicht ganz verhindert werden können, nur sehr nachtheilig auf den aufzuführenden Schornstein würden einwirken können.

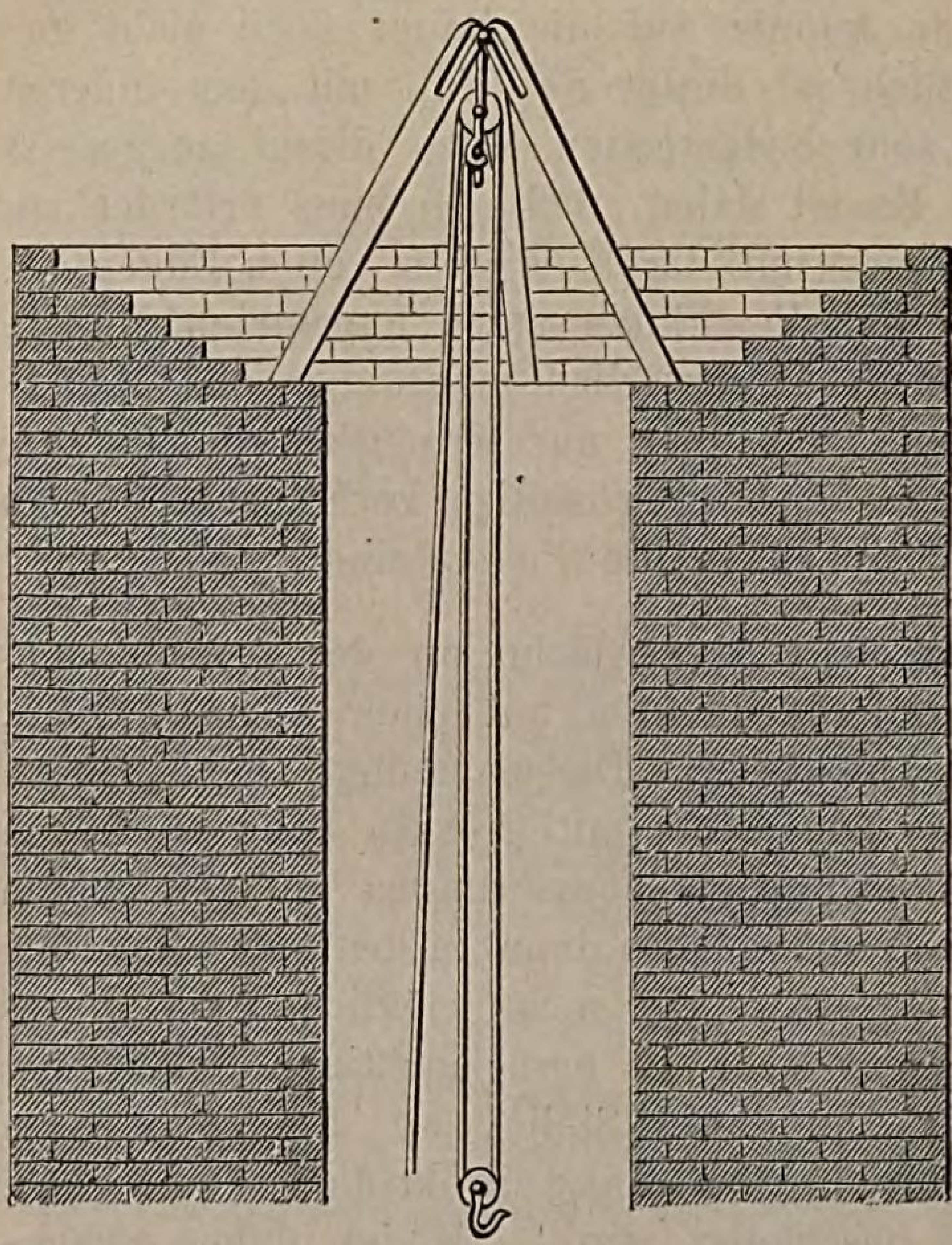
Um die äussere und die innere Böschung des aufzuführenden Schornsteins richtig einhalten zu können, bedient man sich eines Richtscheits von etwa 2 bis 2,5 Meter Länge, dessen eine Kante die Richtung der vorgeschriebenen schrägen Böschungslinie genau angibt, während die andere Kante lothrecht gehalten wird. Um die Benutzung eines solchen Richtscheits zu erleichtern, wird an der lothrecht zu stellenden Kante ein Bleiloth mittelst einer dünnen Schnur, ähnlich wie bei einer Setzwage befestigt. Ein geübter Maurer bedient sich dieses Richtscheits, wenn erst etwa 1 Meter des Schornsteins nach der richtigen Böschungslinie aufgeführt ist, nur alle 6 bis 8 Schichten, um durch Anhalten desselben die Richtigkeit der Ecken zu prüfen. Ausserdem hat derselbe noch ein kürzeres Richtscheit, welches bei den viereckigen oder achteckigen Schornsteinen beim Durchmauern der einzelnen Schichten meistens benutzt wird, um die einzelnen Steine nach der richtigen Fluchtlinie zu mauern, denn es würde sich, namentlich wenn die Seiten kürzer werden, eine Schnur zum Durchspannen bei der geringen Länge der einzelnen Schichten nicht ohne Aufenthalt anwenden lassen.

Diese Schornsteine bleiben sowol im Innern als auch im Aeussern meistens ohne Mörtelabputz, weil der Abputz auf die Dauer doch nicht genügend widerstehen würde. Namentlich ist dieses der Fall mit dem inneren Abputz, welcher, da er stets einer sehr bedeutenden Hitze direkt ausgesetzt wird, sehr bald herabfallen würde. Es ist daher auch durchaus erforderlich, dass das sämmtliche Schornsteinmauerwerk mit durchaus ganz vollen Fugen gemauert werde, damit die Kanten der der Feuerhitze stark exponirten Mauersteine möglichst lange geschützt bleiben. Aeusserlich muss aber das Mauerwerk sehr sorgfältig ausgefugt werden, weil hier nur wesentlich die äussere Witterung nachtheilig einwirken kann und gleichzeitig verhindert werden muss, dass bei Schlagregen die Feuchtigkeit in die Fugen eindringen kann.

Sehr häufig fugt man auch die obere Mauerfläche an der Ausmündung des Schornsteins aus, oder man überdeckt dieselbe mit einer Zementschicht, welche nach den äusseren Kanten hin abwässert. Dieses genügt aber dennoch keineswegs für die Dauer und ist es dann stets mit grossen Schwierigkeiten und Kosten verbunden, die hier notwendigen Ausbesserungen an der oberen Ausmündung des Schornsteins auszuführen, welches dann in den meisten Fällen ohne Anwendung eines besonderen Gerüstes gar nicht möglich ist. Dieses ist bei der Aufführung des Schornsteins sehr zu berücksichtigen, und zwar noch um so mehr, da das Mauerwerk an dieser Stelle, wo der heisse ausströmende Rauch und die äussere Witterung gleichzeitig direkt darauf einwirken, durch diese Einwirkung sehr leicht beschädigt wird. Es ist daher zweckmässig und vortheilhaft, wenn man den Schornstein an seiner oberen Ausmündung nicht mit Ziegelmauerwerk abdeckt, sondern dasselbe entweder mit einer genügend starken Sandsteinbekleidung belegt, welche in ihren Fugen durch eiserne Klammern fest verbunden ist, oder, was jedenfalls noch vorzuziehen ist, dass man die Oberfläche der Schornsteinmauer mit einem gusseisernen Plattenkranz belegt, welcher die ganze Mauerfläche nicht allein bedeckt, sondern an den äusseren Kanten noch ringsum das Mauerwerk um mindestens 2,5 Zentimeter überragt. Ein solcher Kranz wird aus einzelnen Platten so zusammengelegt, dass er nach Aussen abwässert und werden diese Platten durch Schrauben fest mit einander verbunden, nachdem man vorher die Fugen zwischen denselben mit Eisenkitt ausgestrichen hat.

Sehr hohe und weite Schornsteine werden auch häufig zur Ersparung von Kosten ohne äussere Gerüste aufgeführt. Man legt zu diesem Zwecke auf die Wangen des Schornsteins quer über einige schmale Bretter, über welchen dann ein leicht zu versetzender Windebock, ein sogenannter Triangel aufgestellt wird, an welchem eine bewegliche Scheibe angehängt ist, über die ein Windetau läuft, mittelst dessen die nötigen Materialien, Steine und Mörtel im Innern des Schornsteins aufgewunden werden. Die in dieser Weise zugeführten Materialien werden auf die Schornsteinwangen und auf die übergelegten Bretter gelegt, jedoch so, dass dadurch das Weitermauern nicht gehindert wird. Es werden hierbei zunächst die äusseren Reihen in mehreren Schichten herum aufgemauert und nachdem wird an der inneren Seite das übrige Mauerwerk aufgeführt, bei welcher Gelegenheit dann auch die übergelegten Bretter und der darüber aufgestellte Windebock mit seiner angehängten Windevorrichtung ebenfalls höher gebracht werden. Eine solche Vorkehrung ist in umstehender Figur 268 näher dargestellt, und aus der gegebenen Darstellung leicht erklärlich.

Figur 268.

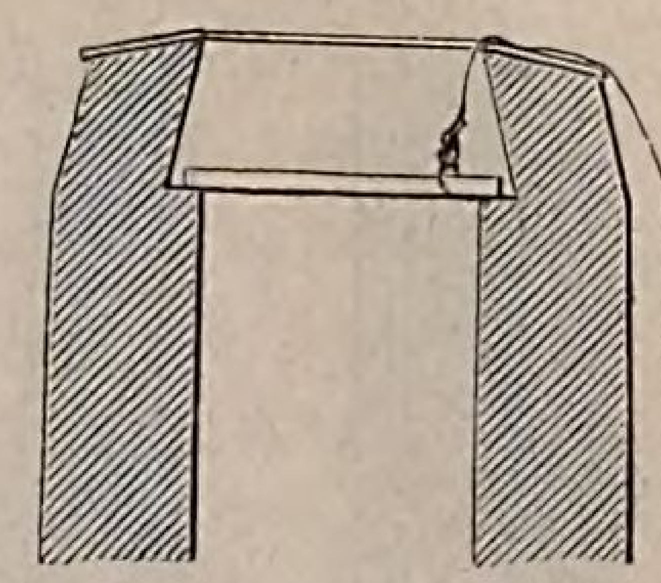


Mittelst dieser Windevorrichtung werden auch die Arbeiter hinauf- und wieder herabgefördert, wenn nicht im Innern des Schornsteins gleich bei dessen Aufführung eiserne Leiterstäbe eingemauert werden, deren Zweck ist, den Schornstein auch später im Innern besteigen und in seinen oberen Theilen untersuchen zu können, ohne dass besondere Gerüste dazu erforderlich werden. Diese Leiterstäbe werden in Entfernungen von etwa 40 Zentimeter von einander im Innern im Schornsteingemäuer fest vermauert, damit sie nicht herausgezogen werden können. Man kann solche Vorrichtungen auch äusserlich anbringen, welches aber nicht so zweckmässig ist, weil bei ersterer Einrichtung eine Untersuchung der inneren Beschaffenheit des Schornsteins zulässig ist. Es kommen aber viele Fälle vor, wo wegen des geringen inneren Querschnitts eine solche Leitervorrichtung im Innern nicht herzustellen ist, und wo es dann doch zweckmässig ist, dieselbe äusserlich anzubringen. Bei einem vor einigen Jahren in Bremen ausgeführten Schornstein von 45,51 Meter Höhe, welcher Schornstein ebenfalls ohne äussere Gerüste aufgeführt wurde, brachte man im Innern des Schornsteins eine solche Leitervorrichtung von Eisen an, bei welcher die Entfernung zwischen den horizontalen Stäben etwa 40 Zentimeter betrug.

Bei Nichtanwendung eines äusseren Gerüstes zum Aufbau des Schornsteins ist am schwierigsten die Ausführung des oberen Theils des Schornsteins, weil hier die Wangenstärke meistens so geringe wird, dass der Arbeiter mit seinem Material sich kaum noch mit genügender Sicherheit trotz der übergelegten Querbretter darauf bewegen kann. Ferner ist aber dann auch noch Rücksicht darauf zu nehmen, dass nicht allein der Arbeiter nach vollendeter Ausführung sich entfernen kann, sondern dass auch das bis dahin benutzte Gerüstholz vom Schornstein entfernt werden muss. Um dieses zu erreichen, macht man in der Nähe der oberen Ausmündung im Innern des Schornsteins einen Absatz, auf welchen einige schmale Bretter gelegt werden, die nur so viel Raum lassen, dass das erforderliche Material noch in kleineren Quantitäten heraufgefördert werden kann. Nach Vollendung der Arbeit lässt dann der Arbeiter das sämmtliche Gerät und die Bretter bis auf Eines herab. An diesem letzteren Brette lässt er sich, wenn im Innern des Schornsteins nicht eine Leitervorrichtung wie oben beschrieben, hergestellt ist, durch ein über dasselbe geworfenes Tau herab, nachdem er vorher an einem Ende des Brettes ein dünnes Seil befestigt hat, dessen loses Ende ausserhalb heruntergeworfen ist und angezogen wird, sobald der Arbeiter sich an dem Tau bis zur Erde herabgelassen hat. Durch Anziehen des Seils an dem einen Ende

des Brettes wird dasselbe leicht ausgehoben und fällt dieses dann im Innern des Schornsteins herab. Eine hierauf bezügliche Einrichtung ist in nebenstehender Figur 269 näher dargestellt.

Figur 269.

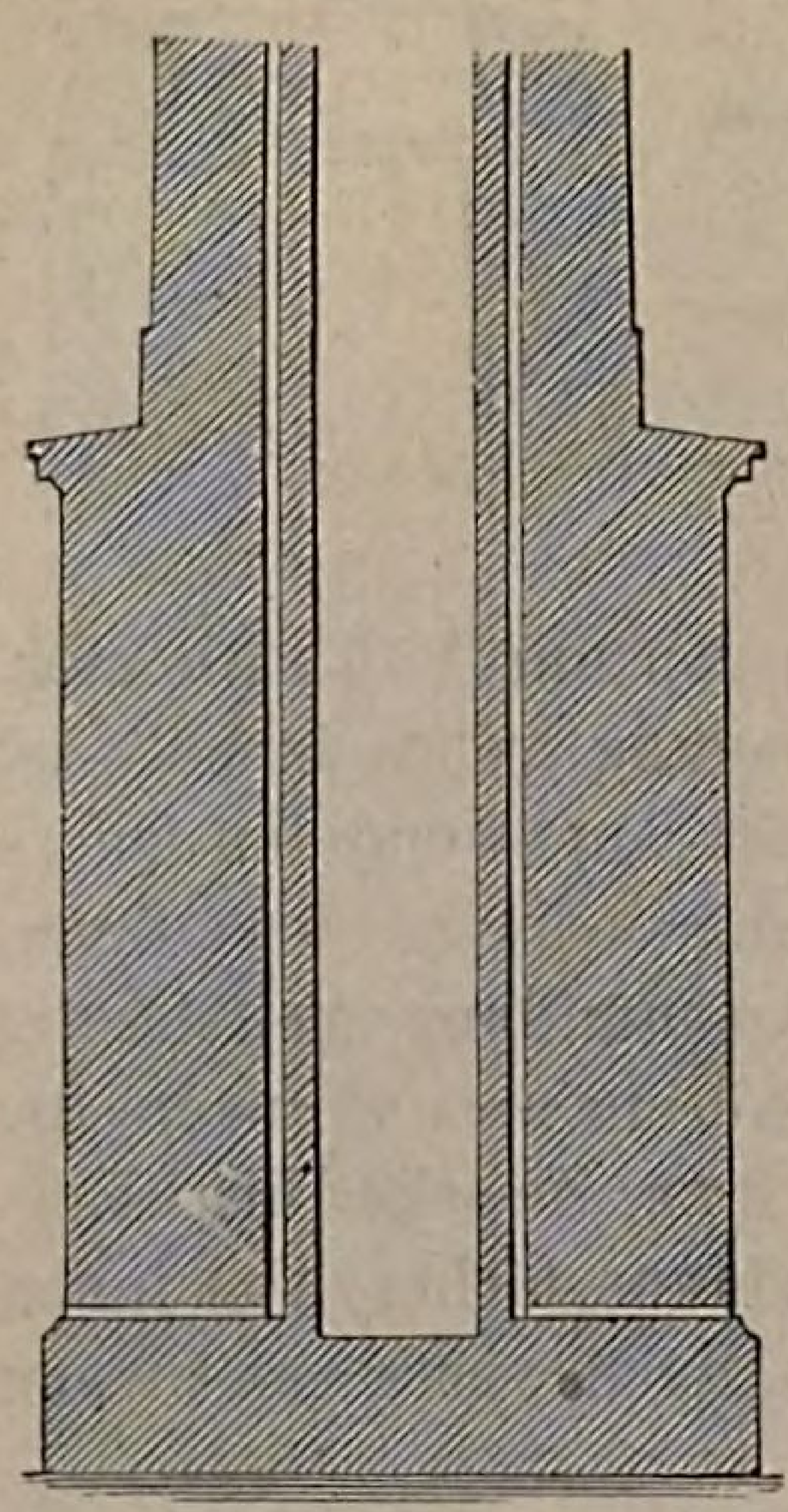


Diese eben erwähnte Einrichtung kann nun wol angewendet werden bei Schornsteinen, wenn die Stärke der oberen Wangenmauer des Schornsteins noch mindestens 25 Zentimeter beträgt. Bei einer geringeren Stärke der Wangenmauer und namentlich bei einer solchen von nur 15 Zentimeter, wie man sie bei runden Schornsteinen mehrfach in Anwendung gebracht hat, ist man doch jedenfalls genötigt, die bei jedem Gerüstabsatz angewendeten Querhölzer jedesmal liegen zu lassen und dieselben erst dann wieder zu beseitigen, nachdem man den Schornstein bis zu seiner oberen Ausmündung vollständig aufgeführt hat, wo man dann von oben nach unten hin nach und nach die vorhandenen Querhölzer wieder beseitigt und die zu dem Zwecke des Einsteckens derselben ausgesparten sogenannten Menslöcher (Mauerlöcher) von innen wieder zumauert. In dieser Weise kann man übrigens auch verfahren, wenn die Wangenmauern eine bedeutendere Stärke erhalten.

Bei Schornsteinen, die fortwährend und stark benutzt werden, findet es sich häufig, dass das der von der Feuerung entweichenden heissen Luft ausgesetzte Mauerwerk sehr erheblich leidet und wird auch in manchen Fällen sogar angenommen, dass durch die Berührung dieser heissen Luft mit der inneren Luftsäule des Schornsteins, die Ausdehnung dieser letzteren so bedeutend wird, dass sie Veranlassung der Entstehung der gefährlichen vertikalen Risse im Schornsteingemäuer wird. Unter Umständen und namentlich bei sehr schwachen Wangenmauerwerk mag dieses letztere wol bei manchen Schornsteinen vorgekommen sein, im Allgemeinen sind aber jedenfalls andere Ursachen dafür anzunehmen, wovon weiter unten die Rede sein soll. Will man aber die hier angeführte Ursache der Entstehung der vertikalen Risse in Schornsteinen, wenn auch unter besonderen Umständen als zutreffend bezeichnen, und will man ferner diesen Bestand auch bei Schornsteinen, die mit starken Umfassungsmauern aufgeführt wurden, wahrgenommen haben, so sollte um so eher davon Abstand genommen werden, die Wangenmauern eines solchen Schornsteins nur in einer Stärke von 15 Zentimeter auszuführen. Ein anderer Umstand, der hierbei noch in Betracht gezogen werden muss, ist dass bei diesem schwachen Wangenmauerwerk eine Verblendung im Innern mit feuerfesten Steinen nicht ausführbar ist.

Zur Erhaltung und zum Schutz des inneren Schornsteinmauerwerks gegen die Einwirkung der heissen, dem Feuerkanal entströmenden Luft, wird dasselbe mit einer Blendmauer von feuerfesten Steinen versehen, welche mit Mörtel aus 1 Theil Chamottsteinmehl und 1 Theil nicht sehr fetten Thon vermauert werden. An Stelle dieses Mörtels lässt sich auch mit Vortheil der Portland-Zement verwenden, und hat man dabei den Vortheil, dass das Gesammtmauerwerk dann mit einer Sorte Mörtel, nämlich mit Portland-Zement vermauert werden kann, wo dagegen im ersteren Falle zu dem äusseren Mauerwerk notwendig anderer Mörtel verwendet werden muss als zu dem inneren, und eine derartige Verschiedenheit des Mörtels trägt keineswegs zur Festigkeit des Ganzen bei. Bei sehr starker und anhaltender Feuerung genügt aber diese erwähnte Einrichtung durchaus nicht vollständig und hat man dann mit Vortheil bis zu einer bestimmten Höhe im Innern des Schornsteins Isolir-

Figur 270.



mauern aufgeführt, welche mit dem äusseren Schornsteingemäuer eine Luftschicht einschliessen, wie in nebenstehender Figur 270 angedeutet ist.

Diese Luftschicht ist an ihrem unteren Ende, sowie auch an ihrem obersten Ende durch horizontale Kanäle, welche durch das äussere Schornsteingemäuer geführt sind, mit der äusseren Luft in Verbindung gesetzt, so dass eine fortwährende Zirkulation und demzufolge auch eine Entweichung der erhitzten Luft stattfinden kann. Der Querschnitt der oberen Kanäle, durch welche die heisse Luft entweicht, muss aber mindestens doppelt so gross sein, als derjenige der Zuleitungskanäle am unteren Ende.

Bei Schornsteinen in Gasanstalten hat man im Innern derselben bis zu ihrer ganzen Höhe einen Mantel von feuerfesten Steinen in einer Stärke von etwa 15 Zentimeter aufgeführt und die diesen Mantel umgebende Luftschicht, welche durch das äussere Schornsteingemäuer eingeschlossen ist, am oberen Ende des Schornsteins nicht weiter geschlossen, sondern ganz offen gehalten, so dass ein fortwährendes Ausströmen der sich hier bildenden heissen Luft ungehindert stattfinden kann. Am unteren Ende des Schornsteins sind dieser Luftschicht einzelne Luftkanäle zugeführt, wodurch eine fortwährende Erneuerung der Luft stattfindet. Diese Einrichtung hat sich sehr gut bewährt trotz der sehr bedeutenden Heizung der zugehörigen Oefen, welche sich durch die aus dem Schornstein entweichende Feuersäule deutlich kundgab.

Eine Hauptsache, die bei Ausführung hoher Schornsteine unter keinen Umständen ausser Acht gelassen werden darf, ist eine tüchtige Fundirung der Schornsteine. Von einer durchaus tüchtigen Fundirung hängt später die Standfestigkeit des Schornsteins im hohen Grade ab. Es ist nicht allein, dass in Folge leichtfertigen Verfahrens bei der Fundirung des Schornsteins es sich später leicht ereignen kann, dass der Schornstein aus seiner lothrechten Richtung weicht, sondern es können auch in Folge dessen und namentlich unter Einwirkung heftiger Stürme die lothrechten Risse in dem Schornsteingemäuer entstehen, die man mehrfach der ungleichen Ausdehnung der inneren Luftsäule des Schornsteins bei Benutzung desselben zugeschrieben hat.

Es ist durchaus notwendig, dass, nachdem man sich von der Festigkeit der tragenden Erdschicht, worauf der Schornstein mit seinem Fundamente hergestellt werden soll, überzeugt hat, die Fundamente in genügender Verbreiterung über die Querschnittsgrösse des unteren Würfels des Schornsteins hinaus angelegt werden, um den späteren lothrechten Druck des Schornsteins, wenn derselbe fertig hergestellt ist, über eine möglichst grosse Fläche zu vertheilen. Es ist aber hierbei ferner zu berücksichtigen, dass die Ecken der Fundamente namentlich so konstruirt werden, dass der Druck auf dieselben im Fundamente möglicherweise geringer, aber durchaus nicht grösser wird, als der Druck auf die übrigen Theile des Fundaments. Dieses erreicht man am leichtesten dadurch, dass man an den Ecken die Fundamentanlagen noch mehr verbreitert, also mit Pfeilervorlagen versieht, und die Fundamentabsätze dieser Vorlagen möglichst hoch herstellt, die Absätze aber nicht weiter zurücktreten lässt vor den nächst unteren als höchstens 6 bis 7 Zentimeter.

Wendet man zur Herstellung der Fundamente Bruchsteine an, so ist es durchaus erforderlich, dass an den Ecken und den äusseren Kanten die grössten und am besten lagerhaften Steine verwendet werden und muss ferner die innere Ausmauerung und innere Ausgleichung der Bruchsteinschichten mit möglichst lagerhaften Steinen und möglichst geringer Mörtelmenge hergestellt werden, damit ein geschlossenes Mauerwerk erhalten wird und ein Ausweichen der Steine in den einzelnen Schichten nicht stattfinden kann. Ausserdem muss der Mörtel, welcher hierzu verwendet wird, ein stark bindender Wassermörtel sein. Werden die Fundamente aus guten Ziegelsteinen aufgeführt, welches unter allen Umständen immer den Vorzug verdient, so muss hierzu ebenfalls nur Wassermörtel verwendet werden und sind ferner die einzelnen Absätze des Fundaments in Höhen von mindestens vier Schichten aufzuführen. Die nächstfolgenden Absätze, welche gewöhnlich gleiche Höhe erhalten, sind jedesmal höchstens nur 6 bis 7 Zentimeter einzuziehen. Diese Abtreppung oder Einziehung des Mauerköpers darf durchaus nicht mit jeder nächstfolgenden Schicht stattfinden, wodurch, wenn dieses dennoch geschähe selbstverständlich eine Menge Steine erspart werden würden; sondern es müssen diese Absätze und namentlich in den unteren Lagen stets mehrere Schichten und zwar mindestens vier Schichten hoch sein, damit dieselben eine genügende Widerstandsfähigkeit gegen Durchdrücken erhalten. Nur durch eine solche Anordnung erreicht man, dass bei durchgeführter Belastung die unteren hervortretenden Fundamentabsätze nicht durchbrechen können. Die Fundamentabsätze müssen bis zum unteren Sockel-Querschnitt, also bis zur Oberfläche des aufgefüllten Bodens oder überall bis zur Sohle des Schornsteins vollständig dicht geschlossen und in ordnungsmässigem Verbande aufgeführt werden, damit nach gehöriger Erhärtung des Mörtels dieser Fundamentkörper als aus einem Stücke bestehend, zu betrachten ist. Diese Vorschrift wird aber nicht selten in ungenügender Weise berücksichtigt, und wird dann in einzelnen Fällen zur Ersparung wol vorgezogen, die innere Aussparung des Fundaments mit Steinabfällen, Mörtel und Sand auszufüllen und darüber zur Ausgleichung nur einzelne Schichten durchgehends vollzumauern, welches aber dann auch sehr häufig von sehr nachtheiligen Folgen begleitet ist.

Ist ein Schornstein gleich von Anfang an dazu bestimmt die Rauchabzüge verschiedener Feuerungen aufzunehmen, so müssen zu diesem Zwecke in dem Sockelmauerwerk die dazu erforderlichen Oeffnungen eingemauert werden. In vielen Fällen werden aber die Feuerungsanlagen nicht in unmittelbarer Nähe des Schornsteins hergestellt und werden dann die Rauchkanäle unter der Erde bis zum Schornstein fortgeführt, so dass dieselben dann unterhalb der Unterkante des Sockels in den Schornstein eingeleitet werden. In diesem Falle ist aber ausserdem über der Unterkante des Sockels im Sockelmauerwerk noch eine hinreichend grosse Oeffnung erforderlich, um in das Innere des Schornsteins gelangen zu können. Diese Oeffnungen werden dann mit einem gewölbten Bogen überdeckt, wodurch, wie leicht erklärlich ist, die Last oder das Gewicht jeder der bezüglichen Seiten des Schornsteingemäuers wesentlich auf die Ecken übertragen wird. Ist dann bei Ausführung der Fundamente nicht die genügende Sorgfalt angewendet, so kann es sehr leicht stattfinden, dass die Ecken in irgend einer Weise etwas ausweichen und in Folge dessen dann die vertikalen Risse im Schornsteingemäuer entstehen. Findet man doch auch ähnliche Vorkommnisse bei überwölbten Fenstern und Thüröffnungen in längeren Frontmauern, wo nicht selten sich in den Fensterbrüstungen über den Fenster-

bogen kleine Risse zeigen, welche wesentlich nur Folge des ungleichen Drucks auf die Fundamente sind. Bei hohen Schornsteinen kommt aber noch die Wirkung des Winddrucks hinzu, wodurch, wenn auch keine sichtbaren Bewegungen, doch jedenfalls geringe Schwankungen entstehen, die sich selbst bis auf die Fundamente fortpflanzen. Durch die Herstellung der erwähnten Oeffnungen und den Abschluss derselben durch gewölbte Bogen wird aber das Sockelmauerwerk getrennt und es wird notwendige Folge davon, dass, wenn die Fundamente nicht mit der grössten Sorgfalt ausgeführt und namentlich an ihren Ecken nicht mit den genügend vortretenden Pfeilervorlagen versehen sind, kleinere oder grössere Risse sich zeigen müssen. Sehr zweckmässig ist es auch, wenn man diese Oeffnungen nicht in der Weise oben abschliesst, dass dadurch noch eine Pressung nach beiden Seiten hin gegen die Eckpfeiler erfolgt, sondern so, dass der Schluss der Oeffnung gleichzeitig eine Verankerung der beiden Mauerpfeiler bildet. Dieses lässt sich nun durch Anwendung eiserner Balken erreichen, welche nach beiden Seiten hin wenigstens in der gleichen Weite der Oeffnung auf die Mauerpfeiler übergreifen und dann in gleichen Schichten mit dem übrigen Mauerwerk bemauert und übermauert werden. Eine tüchtige Verbindung der eisernen Balken untereinander wird selbstverständlich vorausgesetzt.

Man hat auch die Wirkung der ungleichen Ausdehnung der inneren Luftsäule des Schornsteins, wie schon angeführt, als Ursache der Entstehung der vertikalen Risse im Mauerwerk angenommen. Bei stärkerem Wangenmauerwerk kann dieses nicht im Entferntesten in Betracht gezogen werden, weil die ausströmende heisse Luftsäule das Mauerwerk zwar berührt, aber in keiner Weise auf die Ausdehnung desselben so einwirken kann, dass ein Auseinanderreissen der Wangenmauer stattfinden kann. Aber selbst auch bei schwächerem Wangenmauerwerk wird die Erhitzung der inneren Luftsäule nicht in dem Grade, dass dasselbe auseinander gedrängt wird, wie man sich wol am richtigsten bei heftigen Schornsteinbränden überzeugen kann, wo nicht selten die ganze innere Luftsäule nur eine Feuersäule ist und in den seltensten Fällen ein Auseinanderplatzen des bezüglichen Schornsteins stattfindet. Es ist daher bei solchen Schornsteinen, welche mit schwächeren Wangenmauern aufgeführt sind, dieselbe Ursache der Entstehung von vertikalen Rissen, wie oben angegeben wurde, anzunehmen; nur kommt hier noch hinzu, dass das Mauerwerk wegen seines schwachen Verbandes geringeren Widerstand zu leisten fähig ist und dass dieser ohnehin schwache Mauerverband durch die Einwirkung der äusseren Witterung im Gegensatz zu der inneren heissen Luftsäule noch mehr beschädigt wird.

Die Ausweichung eines hohen Schornsteins aus seiner lothrechten Richtung kann verschiedene Ursachen haben. Einmal liegt dieselbe darin, dass die Fundamentirung des Schornsteins nicht mit genügender Vorsicht ausgeführt ist und namentlich kann dieses leicht stattfinden, wenn die Fundamente aus Bruchsteinen ausgeführt werden und hierbei der ohnehin schwierig herzustellende Verband vernachlässigt wird. Andererntheils kann aber die Ursache der Ausweichung in der ungleichen Festigkeit der Erdschichten liegen, welche den Schornstein zu tragen erhalten. Diese letztere Ursache ist jedenfalls sehr zu beachten und ist dennoch bei aller Sorgfalt, die beim Aufbau des Schornsteins und seines Fundamentes angewendet wird, nicht immer in dem erforderlichen Maasse ganz aufzuheben. Man hat auch durchaus keinen genügend sicheren Maassstab dafür, um die Festigkeiten der tragenden Erdschichten genau und

sicher bestimmen zu können und muss man daher stets dafür Sorge tragen, dass die Last auf eine grössere Grundfläche vertheilt werde, und namentlich ist dieses bei hohen Schornsteinen erforderlich, die gewöhnlich isolirt stehend aufgeführt und daher mit keinen anderen Bautheilen verbunden oder verankert werden.

Ein Paar sehr interessante Fälle über derartige Ausweichungen von Schornsteinen sind in der Zeitschrift für Bauwesen angegeben und die Ursachen der jedesmaligen Ausweichung besonders angeführt.

Der hier zuerst anzuführende Fall ist die Gradrichtung eines hohen Schornsteins in Barmen, welcher in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1869, näher beschrieben ist.

Was die Ausführung des Schornsteins selbst betrifft, so ist an der bezüglichen Stelle darüber das Nähere nachzusehen. Der Schornstein hat eine Höhe von 331 Fuss; die äussere Form besteht aus einem 40 Fuss hohen quadratischen Sockel von 20 Fuss Seite; die darüber aufgeführte achtseitige Pyramide hat eine Höhe von 291 Fuss. Die Stärke des Mauerwerks im Sockel beträgt 7 Steine, im unteren Theil des pyramidalen Aufbaues 5 Steine und am Kopfe des Schornsteins $1^1/_2$ Steine.

Etwa ein Jahr nach Ausführung des Schornsteins zeigten sich Abweichungen aus der lothrechten Richtung und zwar betrugen diese Abweichungen aus der lothrechten Richtung der Mittellinie

in einer Höhe von	251	Fuss über der Sockeloberkante	45 Zoll.
„	210	„ „ „ „	30 „
„	160	„ „ „ „	16 „
„	110	„ „ „ „	5 „

Der Sockel stand lothrecht.

Es werden hier nun weiter einige Ursachen, welche gewöhnlich die Abweichung aus dem Lothe nach sich ziehen, näher angeführt, und zwar ist die erste Ursache ein fehlerhaftes Fundament, womit hier aber nicht direkt die Ausführung der Fundamentmauerung bezeichnet wird, sondern es wird hier angegeben, dass, wenn ein Schornstein auf einer ausgedehnten, ihrer Natur nach baufähigen, gleichmässig zusammendrückbaren Erdschicht steht, die aber innerhalb der Bausohle wegen geneigter Lage der tiefer liegenden festen Gebirgsschicht verschiedene Mächtigkeit hat, so kann dieser Umstand insbesondere dann eine Abweichung aus dem Lothe herbeiführen, wenn die Belastung pro Flächen-Einheit so bedeutend ist, dass an der dünneren Seite die Grenze der möglichen Zusammendrückung früher erreicht wird, als an der anderen und in solchen Fällen ist zu empfehlen, den Druck pro Flächen-Einheit zu verringern.

Der hier angeführte Fall kann doch nur in selteneren Fällen vorkommen, dass innerhalb der Baugrube, welche in solchem Falle doch höchstens eine Ausdehnung von 40 Fuss im Quadrat hat, die Unterschicht in so geringer Tiefe liegt und eine so abschüssige Lage hat, dass dieses wesentlichen Einfluss auf eine baufähige gleichmässig zusammendrückbare Erdschicht haben kann; und findet diese Annahme dennoch statt, dass die unterliegende Gebirgsschicht eine so bedeutend abschüssige Lage hat, so wird eine Vergrösserung der Grundfläche und in Folge dessen Verringerung des Drucks pro Flächen-Einheit bei der grossen Höhe des Schornsteins und in Folge dessen steter Exponirung desselben der meistens aus einer Richtung wehenden Stürme, eine Abweichung aus der lothrechten Richtung dennoch nicht hindern, zumal wenn die Erdschicht an einer Seite nur sehr geringe Mächtigkeit hat und durch die Vertheilung der Last über eine grössere Fläche dem möglicherweise entstehenden Abrutschen der Erdschicht auf der abschüssigen Gebirgsschicht nicht vorgebeugt wird. In solchem Falle müssen daher notwendig zur Herstellung einer sicheren Fundirung noch andere Maassregeln angewendet werden, wenn man es nicht vorzieht, wegen der dann erforderlichen bedeutenden Mehrkosten, solchen Baugrund zu den benannten Zwecken nicht zu verwenden.

Ferner heisst es daselbst, die beim Erhärtungsprozess einseitig wirkenden Witterungseinflüsse: Sonnenwärme, Regen, Frost und Wind sind für die lothrechte Stellung am gefährlichsten. Wird unmittelbar nach Vollendung des Bauwerks der noch wasserhaltige Mörtel durch nächtlichen Frost erhärtet, so

ist nicht allein das zur Haltbarkeit notwendige Bindemittel vollständig verdorben, sondern die demnächst eintretende Sonnenwärme erweicht den Mörtel der südlichen Hälfte; derselbe wird nachgibig und tritt rieselnd aus den Fugen, während der nördliche Theil in gefrorenen unnachgibigen Zustande verharrt. Die nächste Folge ist die südliche Abweichung, die nur durch rechtzeitiges Heizen, also gleichmässiges Aufthauen des Schornsteins zu vermeiden ist.

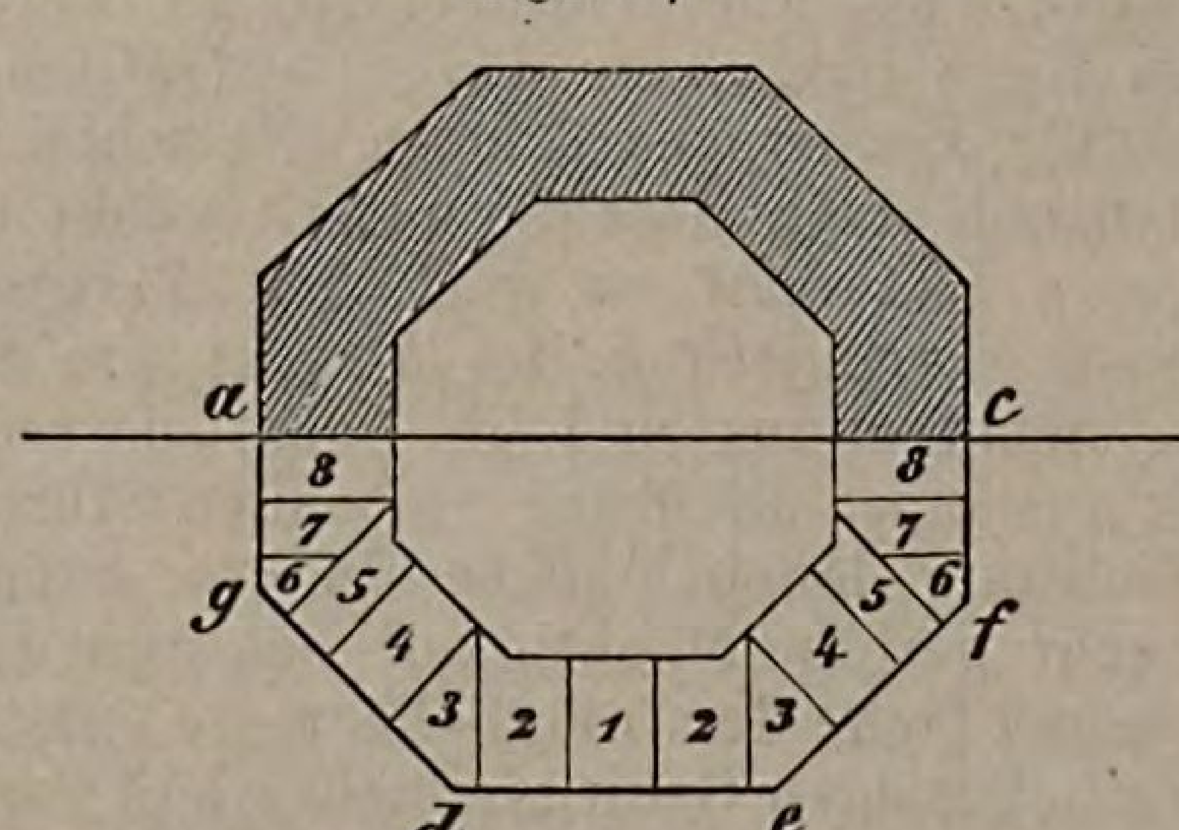
Zunächst möchte wol sehr in Zweifel zu ziehen sein, ob überall bei starken Wangenmauerwerk die Sonnenwärme, der Regen und der Frost diejenigen Wirkungen in der Weise hervor zu bringen im Stande sind, als hier angenommen wird, und namentlich, ob diese Wirkungen sich in dem Grade auf die unteren Mörtelschichten zeigen, zumal diese durch das fortwährend vergrösserte Gewicht bei der Höhermauerung immer mehr zusammen gedrückt werden, in Folge dessen auch notwendig ein Wasserverlust stattfinden wird. Ebenso ist wol sehr zu bezweifeln, ob in solchem Falle durch Heizen des Schornsteins ein so gleichmässiges Aufthauen der gefroren sein sollenden Mörtelschichten erzielt werden kann; denn wenn auch ein fortwährendes Heizen des Schorsteins stattfindet, wie lange Zeit würde erforderlich sein, bis das Mauerwerk in der Stärke wie hier ausgeführt, völlig durchwärmt wäre und somit die Wirkung des Frostes sich nicht mehr in dem Grade, wie hier angenommen, äussern könnte. Bei schwachem Wangenmauerwerk, etwa in der Stärke von 6 Zoll, würde dieses annähernd angenommen werden können, allein es würde dann die Linie der Ausweichung jedenfalls eine bogenförmig gekrümmte Linie sein.

Doch es sollen die hier angeführten Ursachen nicht weiter erörtert werden, zumal der Verfasser des betreffenden Aufsatzes selbst dieselben als für den vorliegenden Fall nicht zutreffend bezeichnet, sondern die Ursache der hier stattgefundenen nordöstlichen Abweichung nur wesentlich den heftigen Süd-Weststürmen zu schreibt. Ausserdem mag aber wol die Anwendung von verschiedenen Mörtelarten bei der Aufmauerung des Schornsteins, wie der Verfasser anführt, einen wesentlichen Theil der Ursache mit ausgemacht haben, indem bei gutem Wetter mit Mörtel, der Morgens vor Beginn der Arbeit von den Maurern selbst zubereitet wurde, dagegen an regnerischen Tagen mit Zementmörtel (1 Theil Zement und 2 Theile Sand) gemauert wurde, welch' letzterer Mörtel jedenfalls schneller erhärtete und der Pression nicht so nachgeben konnte als der andere Mörtel (Luftmörtel).

Diese verschiedenartige Anwendung von Mörteln, die unter ganz verschiedenen Umständen erhärten, bei einem und demselben Bauwerke, wie hier nach allgemeiner Angabe des Verfassers stattgefunden hat, ist unter allen Umständen verwerflich und als fehlerhaft zu bezeichnen.

Die Geradrichtung des Schornstein wurde dadurch bewirkt, dass zunächst vier Fuss über der Sockeloberkante, in der peripherischen Mitte der zu senkenden Hälfte die Wandung bis in's Innere durchbrochen wurde. Mit langen zugespitzten Stangen aus Gussstahl wurde nun an der zu senkenden Hälfte eine Schicht abtheilungsweise nach der nummerirten Reihenfolge, wie in nebenstehender Figur 271 dargestellt ist, ausgebrochen und jede Abtheilung vor Beginn der nächstfolgenden durch dünnere mit Trassmörtel belegte Steine die mittelst langstieliger flacher Schaufeln eingeschoben wurden, soweit ersetzt, dass neben an, behufs bequemeren Losbrechens der folgenden Abtheilung noch 5 Zoll offen blieben. Der alte Mörtel war bereits soweit erhärtet, dass die Schicht in durchgehender Breite von 2 bis $2^1/_2$ Fuss weggenommen werden konnte, ohne dass ein Nachsetzen der darüber liegenden Steine zu bemerken war. Die Weite des auszusparenden Schlitzes verengte sich von der Mitte b nach beiden Seiten hin in angemessener Weite. Bevor man die Ecken d und e, und später f und g unterhöhlte, was jedesmal mit besonderer Vorsicht geschah, wurden an einzelnen Stellen des Schlitzes, namentlich auch an den Ecken selbst, hölzerne Keile

Figur 271.



leicht eingeschoben. Je mehr man sich aber den entscheidenden Punkten a und c näherte, um so vorsichtiger wurde vorgegangen, stets prüfend, ob sich als Zeichen der eintretenden Senkung die bei b eingeschobenen Keile fester klemmten. Sobald dieses der Fall war, wurden dieselben allmälig entfernt, um das Setzen der unterhöhlten Hälfte nicht weiter zu behindern. Der nun eintretende Bewegungsakt, welcher in sehr schwachen Oszillationen erfolgte, währte je nach der Weite des Schlitzes 18 bis 36 Stunden, bis endlich durch vollständiges Aufsetzen ein Ruhestand eintrat.

Im vorliegenden Falle wurde, wie schon oben erwähnt ist, der erste Einschnitt za. 4 Fuss über der Sockeloberkante ausgeführt und betrug, nachdem die halbe Schicht vollständig herausgebrochen war, die grösste Weite 3/8 Zoll. Beim zweiten Einschnitt, welcher 100 Fuss höher lag, betrug die grösste Weite 1 1/4 Zoll; beim dritten Einschnitt, welcher 140 Fuss höher lag, betrug die grösste Weite 1 1/2 Zoll; beim vierten Einschnitt, welcher 191 Fuss höher lag, betrug die grösste Weite 1 3/4 Zoll.

Ein anderer Fall, welcher sich auch auf die Geradrichtung eines 330 Fuss hohen Schornsteins auf der Bochumer Gussstahlfabrik bezieht, ist ebenfalls in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1867, näher beschrieben.

Dieser Fall unterscheidet sich von dem vorigen ganz und gar dadurch, dass man hier eine ganz andere Ursache der Ausweichung ermittelte und daher auch andere Mittel anwendete, den Schornstein in die lothrechte Stellung wieder zurückzubringen.

Der hier in Rede stehende Schornstein hat einen kreisrunden Querschnitt. Der untere Durchmesser des inneren Querschnitts beträgt 16 Fuss und der innere Durchmesser an der oberen Ausmündung 9 Fuss. Die Stärke der Wangenmauer beträgt unten 6 1/2 Fuss und an der oberen Ausmündung 1 1/4 Fuss. Der Schornstein war auf einer mächtigen Lehmschicht gegründet, unter welcher sich fester Mergel befindet.

Der Schornstein stand unmittelbar nach seiner Vollendung lothrecht und wurde erst am Ende desselben Jahres, in welchem der Schornstein gebaut war, konstatirt, dass er nicht mehr lothrecht stehe, sondern in der Richtung von Süd-Ost nach Nord-West um 2 1/2 Fuss aus der lothrechten Richtung gewichen war. Bis Mitte Mai des folgenden Jahres hatte sich diese Abweichung bis auf za. 4 1/2 Fuss erweitert.

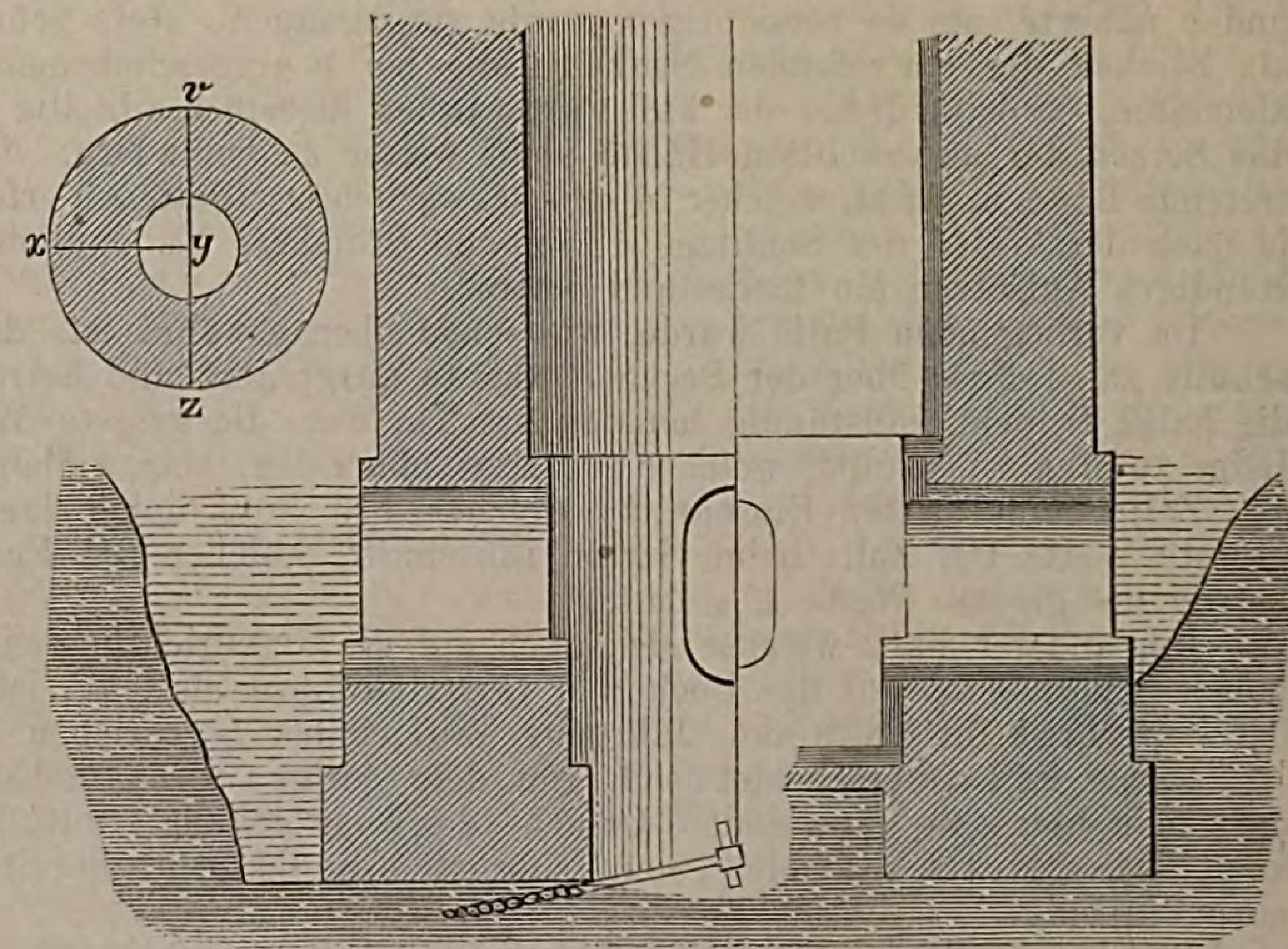
Anfänglich wollte man dieses Ueberweichen einer ungleichen Komprimirung der Mörtelfugen zuschreiben; man überzeugte sich aber nach näherer Untersuchung davon, dass dieses nicht die Ursache sein könne, indem dann eine konkave Kurve in der äusseren Linie des Schornsteins sich hätte bilden müssen und zwar, wie richtig bemerkt wird, an der Nordwestseite, weil wegen der häufigen Regenschauer, welche aus westlicher Richtung kommen, das Trocknen der Mörtelfugen an dieser Seite verzögert wird, dagegen an der Süd-Ostseite der Mörtel aber schneller trocknet.

Dieser Umstand wurde daher auch nur als theilweise Ursache angenommen, dagegen suchte man die Hauptursache der Ueberneigung des Schornsteins in einer ungleichen Komprimirung des Lehmgrundes, welche höchst wahrscheinlich davon herrührte, dass der Lehmboden einen ungleichen Feuchtigkeitsbestand hatte. Um daher den Schornstein wieder in seine lothrechte Stellung zurückzubringen, suchte man den Baugrund unterhalb des Fundaments in der der Ueberneigung entgegengesetzten, also hier in der südöstlichen Hälfte allmälig zu beseitigen und wendete hierzu folgendes Verfahren an.

Die südöstliche Hälfte des Bauwerks wurde, nachdem hier das Fundament von Aussen durch eine 4 Fuss breite Ausgrabung zugängig gemacht war, in der in umstehender Figur 272 dargestellten Weise vermittelst eines Schlangenbohrers von 2 Zoll Durchmesser vom Innern des Schornsteins aus unterbohrt, in dem man in der Mitte der zu senkenden Hälfte bei x anfing und dann gleichzeitig das Bohren nach beiden Seiten bis y z und y v in radialen Streifen fortsetzte. In der Nähe von x wurde die Löcher ganz nahe, etwa 2 Zoll von einander entfernt gestellt und von hier nach beiden Seiten hin nahm diese Entfernung allmälig bis auf etwa 5 Zoll zu.

Nach erfolgter Unterbohrung des Halbkreises wurde sowol von Innen als auch von Aussen behufs Erweichung des Lehms Wasser in die Löcher geführt. Nach etwa 8 Tagen waren die Bohrlöcher dann in Folge des Drucks des

Figur 272.



Mauerwerks fast gänzlich verschwunden, eine allmälige Rückkehr des Schornsteins zur lothrechten Stellung trat ein und wurde dasselbe Experiment des Bohrens und Erweichen des Bodens durch Wasser so häufig wiederholt, bis der Schornstein seine frühere senkrechte Stellung wieder eingenommen hatte.

Höchst interessant sind die Angaben, in welchen Zeiträumen der Schornstein nach Ausführung der eben angegebenen Arbeiten wieder in seine lothrechte Stellung zurückgekehrt war.

Die Abweichung vom Lothe betrug:

am 19. Mai . .	4 Fuss	$4^1/_2$ Zoll		am 12. Juli . .	1 Fuss	4 Zoll
„ 26. „ . .	4 „	$2^3/_4$ „		„ 21. „ . .	1 „	$2^1/_2$ „
„ 2. Juni . .	3 „	$11^1/_2$ „		„ 28. „ . .	— „	10 „
„ 9. „ . .	3 „	4 „		„ 2. August .	— „	$5^1/_4$ „
„ 16. „ . .	2 „	7 „		„ 11. „ .	— „	$2^1/_2$ „
„ 23. „ . .	2 „	3 „		„ 15. „ .	— „	2 „
„ 2. Juli . .	2 „	1 „		„ 28. „ .	— „	0 „
„ 7. „ . .	1 „	$5^3/_4$ „				

Die Bohrarbeiten, mit welchen am 19. Mai begonnen war, wurden bis zum 15. August fortgesetzt und dann damit aufgehört. Durch dieses Unterbohren und Erweichen des Untergrundes hatte man doch am äussersten Punkt des Umfangs des Schornsteins eine Senkung von 5 Zoll erreicht. Durch das Unterbohren des Fundamentes wurde jedenfalls ein gewisses Quantum des Lehmbodens unterhalb desselben beseitigt und durch das Einschütten von Wasser wurde der Boden bis zu dem Grade erweicht, dass er komprimirbar wurde und die Bohrlöcher sich wieder vollständig schliessen konnten. Allein es ist auch anzunehmen, dass in Folge des äusseren Aufgrabens auch gleichzeitig hier der Umstand herbeigeführt wurde, dass der Lehmboden in Folge der Erweichung und der darauf drückenden Mauerlast, auch an dieser aufgegrabenen Stelle, wenn auch nur in sehr geringem Grade ausweichen konnte, indem er sich ausserhalb des Fundamentes hob. Die Beschaffenheit des vorhandenen Untergrundes gestattete die Anwendung dieses Mittels, weil, wenn der Lehmboden erweicht wird, derselbe leichter komprimirbar ist, vorausgesetzt, dass er nach irgend einer Seite hin ausweichen kann. Auch bei vorhandenen Sandboden würde diese Anwendung unter Umständen mit Erfolg möglich sein: es würde aber unter allen Umständen stets mit der grössten Vorsicht verfahren werden müssen.

§ 71. Die Feuerungsanlagen in Fabrikräumen.

Es ist keineswegs die Absicht, diesen Gegenstand hier erschöpfend zu behandeln, denn solches würde die Grenzen dieses Handbuches zu sehr erweitern, und muss daher in dieser Beziehung auf andere Lehrbücher verwiesen werden, welche diesen Gegenstand ausschliesslich behandeln und die verschiedenartigen Feuerungsanlagen in allen Theilen speziell behandeln und durch Zeichnungen weiter erläutern. Es soll hier nur im Allgemeinen von den Feuerungsanlagen und deren Ausführung gesprochen werden, so weit dieses für ein Handbuch der Maurerkunt notwendig ist.

Man unterscheidet im wesentlichen offene und geschlossene Feuerungen.

Eine offene Feuerung bezeichnet man als eine solche, bei welcher das Feuer im Raume der Luft frei brennt und demnach die Luft von allen Seiten her freien Zutritt hat, als z. B. auf den offenen Feuerheerden, wo das Feuer auf der Platte derselben brennt.

Eine geschlossene Feuerung ist dagegen eine solche, welche mit einem Mantel aus unverbrennlichen Material bestehend, ringum umgeben ist, wodurch der freie Zutritt der Luft von allen Seiten her abgehalten und daher nur von einer Seite und einer bestimmten Richtung her zugeleitet wird. Gleichzeitig muss aber auch hierbei wieder die verbrannte Luft, sowie auch die Menge der gasförmigen Produkte der Verbrennung (Rauch) nach einer entgegengesetzten bestimmten Richtung abgeleitet werden, welches durch einen mit dem Feuerraum in Verbindung stehenden Schornstein oder Rauchrohr stattfindet, wo dagegen bei einer offenen Feuerung der abziehende Rauch, ehe er in den nicht geschlossenen Schornstein tritt, sich mehr oder weniger in der Luft verbreitet.

Bei jeder geschlossenen Feuerung, wovon hier nun in Folgendem nur die Rede sein soll, hat man ausser dem Schornstein zunächst den Feuerraum (Feuerheerd, Feuerbett) und ferner die Züge oder Feuerkanäle, durch welche der Rauch aus dem Feuerraum in den Schornstein abgeführt wird, näher zu betrachten.

Der Feuerraum, welcher die Bestimmung hat, das Brennmaterial aufzunehmen und in welchem die Verbrennung stattfinden soll, ist ein vollständig abgegrenzter Raum, welcher unten durch den Rost und das Feuerbett, seitwärts durch die Wangen dieses Letzteren und oberhalb durch die Kesselfläche oder durch eine aus feuerfestem Material hergestellte Decke, welche erwärmt werden soll, begrenzt wird. An seinen beiden Endflächen ist der Feuerraum mit Oeffnungen versehen, von welchen die vordere Oeffnung die Heizöffnung bildet, durch welche das Brennmaterial eingeschoben wird und welche Oeffnung durch die Heizthür geschlossen ist. Die zweite, dieser vorderen gegenüber liegende Oeffnung bildet die Ausmündung des Feuerraums in die Züge oder Feuerkanäle, durch welche die bei der Verbrennung sich entwickelnden Gasarten (Rauch) entweichen und entweder unmittelbar oder nachdem dieselben noch vorher einen Theil ihres Wärmestoffs an die Wandungen der Feuerkanäle abgegeben haben, in den Schornstein austreten, und durch diesen abgeführt werden.

Zur Erhaltung einer lebhafteren Verbrennung des eingetragenen Brennstoffs ist eine genügende Zuführung von atmosphärischer Luft notwendig; gleichzeitig ist aber auch für eine genügende Entfernung der aus der Ver-

brennung übrig bleibenden konsistenten Stoffe (Asche, Schlacken u. s. w.) während der Verbrennung Sorge zu tragen, um die Zuströmmung der atmosphärischen Luft nicht zu hindern. Zu beiden Zwecken dient der im Feuerbett herzustellende Rost und ein darunter angebrachter Aschenfall. Bei ganz untergeordneten Feuerungsanlagen wird die Zuführung der erforderlichen Luft wol durch eine kleine Oeffnung in der Heizthür beschafft, allein diese Einrichtung ist im höchsten Grade unzureichend und bewirkt nicht nur eine sehr langsame, sondern auch eine sehr mangelhafte Verbrennung, einmal wegen der unregelmässigen Zuführung der Luft und ferner auch wegen der grossen Ansammlung von Asche und Schlacken, welche den Zutritt der Luft noch mehr verhindern.

Der Feuerraum oder der eigentliche Heerd muss gross genug sein, um die starke Ausdehnung der erhitzten Luftmasse nicht zu hindern. Da nun die Grösse dieses Raums bei gegebener Länge und Breite auch hauptsächlich mit von der Höhe, also von der Entfernung der Sohle des Feuerraums (des Rostes) von der Bodenfläche des Kessels abhängt, so ist, da diese Entfernung aber auch nicht willkürlich angenommen werden kann, besonders darauf zu sehen, dass sie richtig oder doch annähernd richtig bestimmt werde, weil hiervon wesentlich der Nutzeffekt, welchen man aus der Verbrennung erlangen will, mit abhängig ist. Diese Entfernung ist aber wieder in hohem Grade abhängig von der Wahl des zu benutzenden Brennmaterials und hat sich nach vielfachen Beobachtungen ergeben, dass es am angemessensten ist, die Höhe dieses Raums für Steinkohlenfeuerung im Mittel zu 34 bis 39 Zentimeter anzunehmen.

Für Torf- und Holzfeuerung würde aber diese Höhe, wenn man damit eine gleiche Hitze erzeugen wollte, keineswegs genügen, weil dann, um dieses zu erreichen, ein bedeutend grösseres Quantum von Brennmaterial angewendet und in Folge dessen auch ein bedeutend grösserer Raum erforderlich werden würde. Bei Anwendung dieses Materials würde, abgesehen von der Vergrösserung des Feuerraums, um damit gleiche Hitze zu erzeugen, die Höhe des Feuerraums angenommen werden müssen:

für hartes Holz und Braunkohlen . . .	39	bis	47	Zentimeter.
„ weiches Holz oder Torf.	47	„	62	„
„ Holzkohlen und Koks	42	„	47	„

Aber nicht allein die Höhe des Feuerraums richtet sich nach der Qualität und Quantität des zu verwendenden Brennmaterials, sondern ebenso ist auch wieder die Grösse der Rostfläche davon abhängig.

Was nun die Rostfläche oder den Rost betrifft, so besteht diese aus einzelnen nebeneinander liegenden Stäben, die entweder von Schmiedeeisen oder von Gusseisen hergestellt sind. Diese Stäbe liegen nicht dicht nebeneinander, sondern es befindet sich zwischen je zwei Stäben ein freier Zwischenraum. Die Zwischenräume zwischen den Stäben haben den Zweck, die zur Verbrennung nötige Luftmenge durchströmen zu lassen, andernfalls soll aber auch durch dieselben die aus der Verbrennung entstehende Asche durchfallen, welche sonst im Fall der grösseren Ansammlung auf dem Heerde nur die zuströmende Luft abhalten und dadurch jedenfalls die Verbrennung verzögert werden würde. Die Breite dieser Zwischenräume darf aber auch wieder nicht zu gross sein, damit nicht unverbrannte Theile des aufgeschütteten Brennmaterials durchfallen. Ebenso aber dürfen sie auch wieder nicht zu klein sein, damit sie nicht zu leicht sich verstopfen, wodurch der Luftzutritt wieder

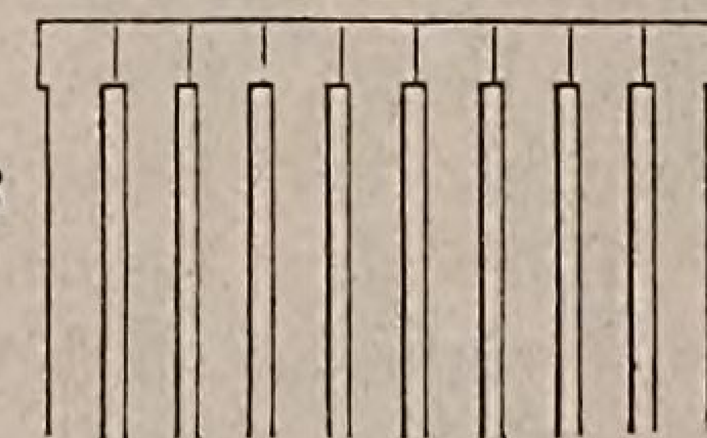
gehindert werden würde. Diesen Zwischenräumen gibt man bei Holzfeuerung eine Weite von 6 bis 7 Millimeter; bei Steinkohlenfeuerung eine Weite von 8 bis 13 Millimeter und bei Torffeuerung eine Weite von 13 bis 15 Millimeter. Den einzelnen Roststäben gibt man am vortheilhaftesten einen trapezförmigen Querschnitt, dessen grössere Grundfläche in der Oberfläche des Rostes liegt, so dass die Zwischenräume sich unterwärts erweitern, wie in nebenstehenden Figuren 273 A B angedeutet ist.

Figur 273.

A



B



Man erreicht hierdurch den grossen Vortheil, dass die Zwischenräume sich weniger leicht verstopfen können. Die Roststäbe mit quadratförmigem oder oblongem Querschnitt sind weit weniger vortheilhaft, weil dieselben bei überall gleicher Weite der Zwischenräume sich sehr leicht verstopfen. An den Enden erhalten die einzelnen Roststäbe kleine rektanguläre Ansätze, welche nach beiden Seiten hin jedesmal um eine halbe Weite der Zwischenräume vortreten und dazu dienen, die Roststäbe in ihrer Lage und in gleicher Entfernung von einander zu erhalten.

Die einzelnen Roststäbe werden an der oberen Querschnittfläche etwa dreimal so breit als die bezüglichen freien Zwischenräume sind, so dass also die totale Rostfläche etwa viermal grösser wird, als die sämmtlichen freien Zwischenräume zusammen betragen.

Die Roststäbe müssen ferner so eingemauert werden, dass sie sich bei der stattfindenden Erhitzung frei ausdehnen können und zwar nach der Richtung ihrer Länge, weil sie sonst sich krumm ziehen und dadurch die Zwischenräume zwischen denselben geschlossen werden würden. Um daher die freie Ausdehnung der einzelnen Roststäbe nach der Richtung ihrer Länge nicht zu hindern, darf man dieselben an ihren Enden nicht fest bemauern, sondern es muss hier ein Spielraum von 39 bis 52 Millimeter freigelassen werden.

Was die Grösse der Rostfläche betrifft, so richtet sich diese, wie auch schon oben angeführt wurde, nach der Art und der Menge des zu verwendenden Brennmaterials und gibt man denselben gewöhnlich folgende Dimensionen.

Für je 100 Pfd. in einer Stunde zu verbrennende Steinkohlen 0,69 bis 0,78 Quadratmeter.

Für je 100 Pfd. in einer Stunde zu verbrennendes hartes Holz oder Braunkohlen 0,59 bis 0,69 Quadratmeter.

Für je 100 Pfd. in einer Stunde zu verbrennende Holzkohlen oder Koks 0,78 bis 0,88 Quadratmeter.

Nach diesen Angaben lässt sich nun leicht in jedem besonderen Fall die erforderliche Grösse der Rostfläche bestimmen. Die Länge des Rostes kann zwar willkürlich angenommen werden, sie ist aber auch wieder dadurch begrenzt, dass sie nicht grösser werde, als dass man im Stande ist, den Rost noch genügend beschicken zu können und ist daher die grösste Länge, welche man einem Roste geben darf, nicht wol über 1,88 Meter anzunehmen.

Der Rost reicht nicht bis unmittelbar an die Vorderfläche der Heizthür, sondern es bleibt zwischen dieser und dem Roste noch ein freier Raum, welcher je nach der Grösse der Feuerung 15 bis 47 Zentimeter beträgt, welcher Raum aber in gleicher Höhe der Oberfläche des Rostes mit einer gusseisernen Platte oder bei kleineren untergeordneten Feuerungen mit einer flachliegenden

Ziegelschicht bedeckt wird, welche Platte oder Schicht dann die Feuerplatte genannt wird.

Unter dieser Feuerplatte und unter dem Roste befindet sich der Aschenfall. Dieser Aschenfall hat, wie schon oben angedeutet wurde, nicht nur den Zweck, die durch die Zwischenräume des Rostes fallende Asche aufzunehmen, sondern er dient auch namentlich als Zuführungskanal für die zur Verbrennung nötige Luft. Dieser Aschenfall erstreckt sich aber nicht weiter unter den Heerd als der Rost reicht und erhält mit diesem auch eine gleiche Breite. Die Höhe des Aschenfalls richtet sich mehr oder weniger nach der Menge des Verbrauchs an Brennmaterial und beträgt 15 bis 62 Zentimeter. In den gewöhnlichen Fällen wird der Aschenfall zu ebener Erde, also im gleichen Niveau des umgebenden Fussbodens hergestellt und wird von hier ab dann die Höhe desselben bis unter den Rost bestimmt. Es kommt aber auch sehr häufig wegen mangelnder Höhe vor, dass der Aschenfall unterhalb des umgebenden Fussbodens gelegt wird. In diesem Falle wird die den Aschenfall bildende Grube bis ausserhalb der Kesselmauerung hergestellt und die hier dann im Fussboden entstehende Oeffnung mit einem leicht zu beseitigenden Roste belegt, damit die erforderliche Luftzuströmung zum Feuerrost nicht gehindert werde, aber gleichzeitig auch die sich sammelnde Asche leicht beseitigt werden könne. Dass der Boden des Aschenfalls vollständig mit Steinen ausgelegt oder ausgemauert werde, ist selbstredend.

Der Aschenfall wird in den wenigsten Fällen durch eine Thür oder einen Schieber abgeschlossen; findet dieses aber dennoch statt, so muss durch Herstellung von verdeckt liegenden Seitenkanälen, welche in den Aschenraum ausmünden, für eine anderweitige Zuführung von Luft Sorge getragen werden. Diese letztere Vorrichtung lässt sich mit Vortheil anwenden, wenn man aus einem angränzenden Raum die unreine Luft entfernen will, so dass also dann gleichzeitig eine Ventilation damit verbunden wird. In diesem Falle muss aber die Einrichtung so hergestellt werden, dass die Ausmündung des Seitenkanals in den Aschenfall nicht durch hereinfallende Asche verstopft werde, und wenn dieses dennoch nicht ganz zu vermeiden ist, so ist gleichzeitig die Einrichtung zu treffen, dass der Zuführungskanal mit Leichtigkeit von hereinfallender Asche gereinigt werden kann.

Zur Auflage des Rostes legt man unmittelbar hinter der Feuerplatte quer über den Aschenfall einen starken eisernen Steg, auf welchen die Roststäbe gelegt werden. Am hinteren Ende wird der Rost gewöhnlich auf die hintere Mauer des Aschenfalls gelegt. Es ist jedoch vorzuziehen, auch hier einen eisernen Steg unterzulegen, damit, wenn die betreffende Mauer durch die fortwährende Feuerhitze etwa ausbröckelt, der Rost seine sichere Lage behält und die einzelnen Roststäbe bei ihrer Ausdehnung durch die Hitze sich leichter darüber hinwegschieben können. Wird der Rost sehr lang, so muss notwendig auch in der Mitte ein solcher eiserner Steg zur Unterstützung desselben angebracht werden, weil sonst sehr leicht Unregelmässigkeiten im Roste in Folge der Ausdehnung desselben entstehen können.

Die Thür vor der Heizöffnung wird stets von Eisen hergestellt. Man macht dieselbe entweder von Schmiedeeisen oder von Gusseisen. Diese Thür, welche die Heizthür genannt wird, hängt an einem eisernen Rahmen, welcher in der Ummauerung der Feuerungsanlage fest bemauert wird.

Die Heizthür dient nur dazu, um das Feuer zu schüren, um den Rost zu reinigen und um beim Heizen neues Brennmaterial einzuwerfen. Damit aber

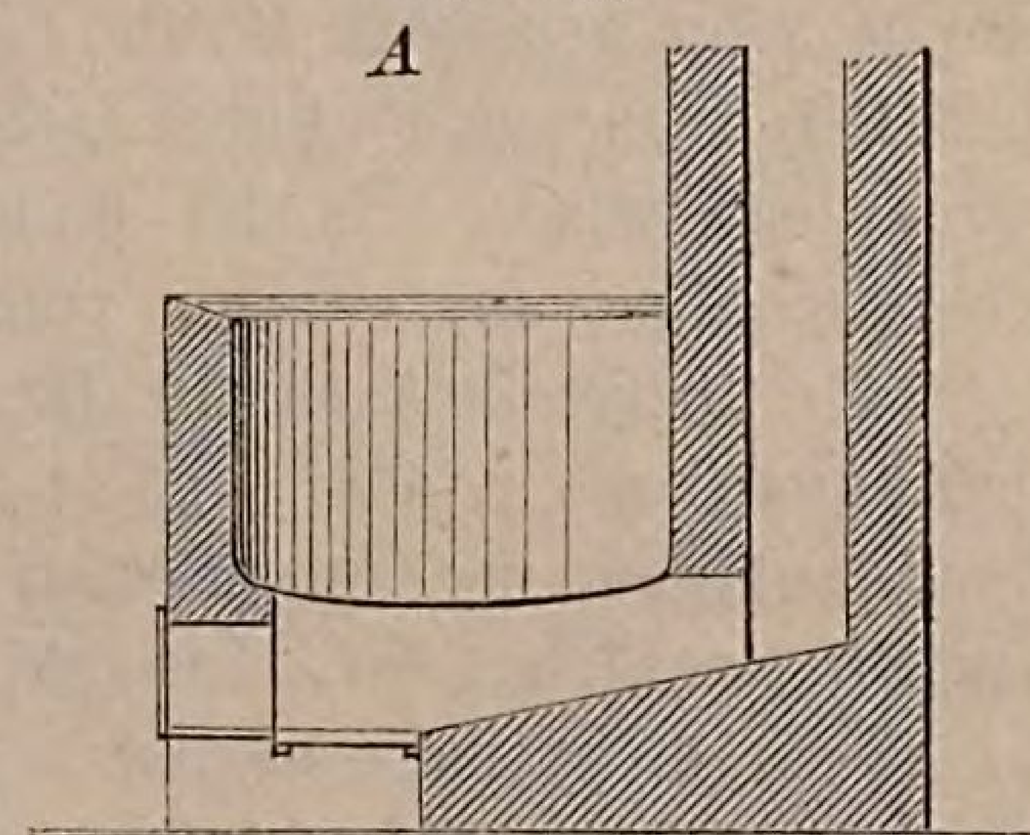
beim jedesmaligen Oeffnen derselben, welches zu dem eben benannten Zweck durchaus erforderlich ist, in Folge Einströmens kalter Luft nicht zu viel Wärme verloren geht, muss die Heizthür möglichst klein hergestellt werden, d. h. die Thür darf nicht grösser hergestellt werden als zum Einwerfen von Brennmaterial genügt. Es muss überhaupt auch darauf gesehen werden, dass die Thür möglichst dicht schliesst, und ist dieses am leichtesten dadurch zu erreichen, wenn man die Thür von Gusseisen herstellt; dieses Material ist dem zu schmiedeeisernen Thüren verwendeten Eisenblech jedenfalls in hohem Grade vorzuziehen, weil dasselbe weniger durch die Wärme leidet als das Eisenblech. Das Eisenblech wird durch Einwirkung der Hitze und der sich entwickelnden Feuergase einerseits und der äusserlich darauf wirkenden kalten Luft andererseits sehr leicht zerstört und verbogen, wenngleich durch die Herstellung der Feuerplatte die direkte Feuerhitze mehr oder weniger von der Heizthür entfernt gehalten wird.

Zur vollständigeren Ausnutzung der Feuerluft lässt man bei grösseren Feuerungsanlagen dieselbe nicht nur direkt auf die Bodenfläche des zu erhitzenden Kessels wirken, sondern man leitet sie, ehe sie in den Schornstein entweichen kann, durch besondere um den Kessel herumgeführte Kanäle, so dass die abströmende heisse Luft noch mit einem Theil der Seitenwände des Kessels in Berührung kommt und an diese noch einen Theil ihrer Wärme abgibt, ehe sie in den Schornstein eintritt.

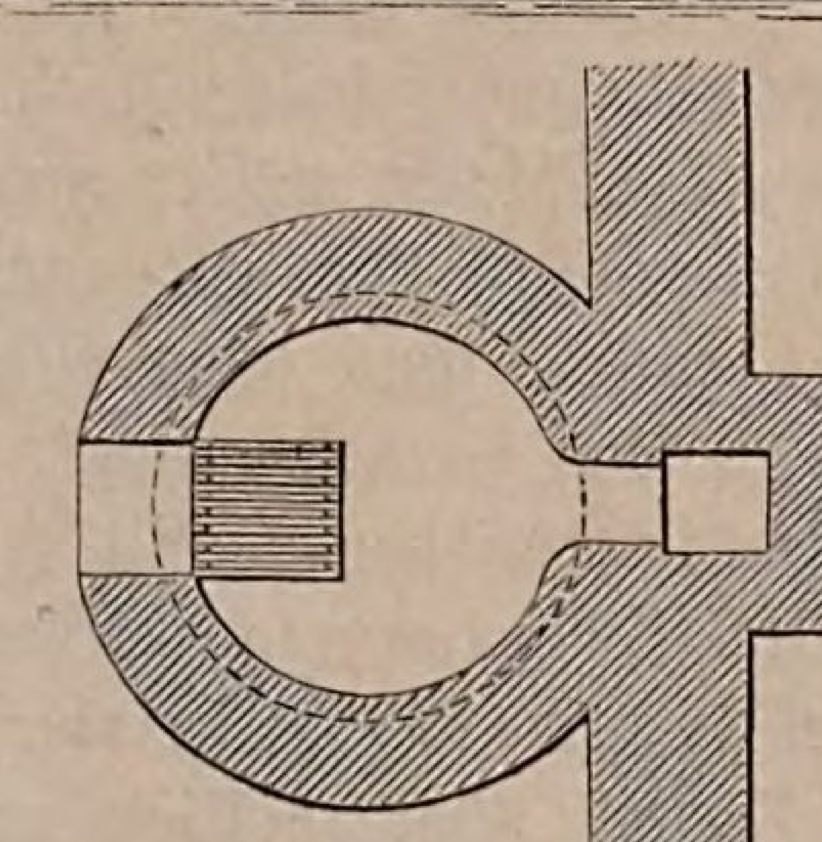
Bei kleineren Kesselfeuerungen, wie solche gewöhnlich in Waschküchen von Wohnhäusern Anwendung finden, wendet man in den seltensten Fällen diese umgeleiteten Feuerungskanäle an. In solchem Falle lässt man die Feuerluft nur die Bodenfläche des Kessels bestreichen und dieselbe dann durch eine der Heizthür gegenüber liegende Oeffnung in der ringförmigen Unterstützungsmauer des Kessels in den Schornstein entweichen. Diese Oeffnung führt in einen in der Ummauerung des Kessels befindlichen kleinen Kanal, der in unmittelbarer Verbindung mit dem Schornstein steht, wie dieses in nebenstehenden Figuren 274 A B näher dargestellt ist.

Figur 274.

A



B



Der Kessel ruht hier mit dem Rande der Bodenfläche auf einer ringförmigen Mauer, welche das Feuerbett einschliesst und etwa 78 Millimeter unter den Boden des Kessels reicht. Das Feuerbett steigt vom Roste ab bis nach der hinteren Abzugsöffnung etwas an, um die entweichende Feuerluft noch mehr unter die Bodenfläche des Kessels zu drängen. Die Ausmauerung des Feuerbettes muss in Form eines umgekehrten Gewölbes hergestellt werden und hat man in den Seitenwandungen desselben die scharfen ausspringenden Ecken möglichst zu vermeiden, weil in diesen Ecken sich leicht die Asche ansammelt, deren grössere Ansammlung aber einer rascheren Verbrennung jedenfalls sehr hinderlich wird.

Statt der hier angegebenen ringförmigen Untermauerung, wodurch der Kessel unmittelbar unterstützt wird, findet man auch nicht selten die Einrichtung, dass an der Seitenwandung des Kessels mehrere eiserne Winkel mittelst Vernietung befestigt sind, welche Winkel in die Ummauerung eingreifen und dadurch dann der Kessel schwebend erhalten wird. In diesem Falle fällt dann gewöhnlich die ringförmige Untermauerung des Kessels weg und man dehnt das Feuerbett nach allen Seiten hin soweit aus, dass die Bodenfläche des Kessels nicht allein, sondern auch noch ein Theil der Seitenwandung desselben von der Bodenfläche ab aufwärts von der Feuerluft berührt wird.

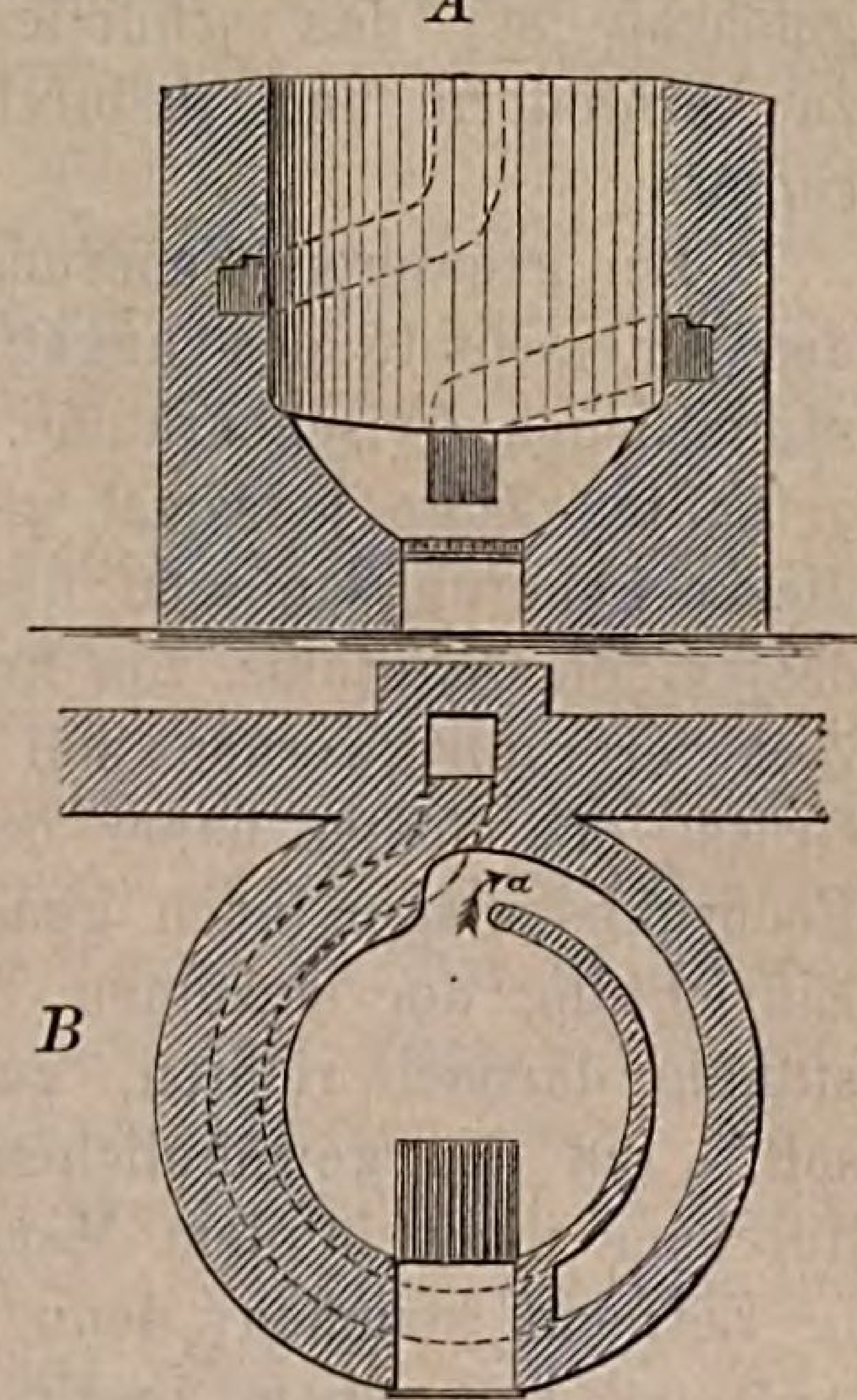
Diese Einrichtung kann bei solchen kleineren Kesseln, deren kubischer Inhalt höchstens 0,124 Kubikmeter beträgt, wol ohne grossen Nachtheil hergestellt werden und wird anfänglich dadurch die entwickelte Wärme in sofern etwas mehr verwendet als sie mit einer grösseren Fläche des Kessels in Berührung kommt. Allein die Verbrennung wird aber jedenfalls auch wieder durch diese Einrichtung verzögert; die Flamme dringt weniger in den Zwischenraum zwischen der Kesselwand und der Ummauerung, sondern es tritt hier wesentlich nur der Rauch ein, und da derselbe von hieraus nicht so schnell in die zum Schornstein führende Oeffnung eindringen kann, kühlt er hier an den kälteren Wandungen des Zwischenraums ab und es findet dann Anfangs leicht ein Zurücktreten des Rauchs statt, wodurch die Verbrennung verzögert wird. Ausserdem werden die Wandungen mit flockigem Russ überzogen, welches aber für die Dauer die direkte Einwirkung der Wärme sehr erheblich hindert. In Betreff der Oeffnung, durch welche bei dieser Einrichtung der Rauch in den Schornstein eintreten soll, ist zu bemerken, dass diese in der Ummauerung des Kessels oberhalb des freien Zwischenraums zwischen Kessel und Ummauerung angebracht werden muss, weil sonst der Rauch gar nicht abziehen würde oder doch nur in sehr geringem Grade. Diese Einrichtung führt aber noch den Nachtheil mit sich, dass bei häufigem Gebrauche derselben viel Schmutz und Unreinlichkeit verursacht wird. Es ist daher die oben näher dargestellte Einrichtung der Kesseleinmauerung dieser zuletzt erwähnten in jeder Beziehung vorzuziehen.

So unzweckmässig in Bezug auf Ersparung von Brennmaterial diese Einrichtungen auch sind, so ist aber wieder zu berücksichtigen, dass diese Kesselanlagen in den meisten Fällen nur in sehr beschränkten Lokalen aufgestellt werden, wo eine stärkere Ummauerung des Kessels wegen Mangel an Raum nicht zulässig ist. Eine stärkere Ummauerung des Kessels würde aber jedenfalls erforderlich sein, wenn man die Feuerluft ehe sie in den Schornstein entweicht, noch in besonderen Zügen (Kanälen), wie in den folgenden Beispielen näher angegeben wird, um den Kessel herumleiten wollte, wo dagegen in den vorliegenden Fällen diese Ummauerung weniger Raum einnimmt und in dem oben (Figur 274) angegebenen Fall die Ummauerung sogar dicht an dem Kessel anliegt. Diese Ummauerung wird nicht stärker als höchstens 13 Zentimeter hergestellt. In dem Fall, wo der Kessel ringsum frei hängt, wird der Zwischenraum zwischen Kesselwandung und Ummauerung nicht grösser als höchstens 78 Millimeter gemacht.

Es ist aber endlich noch in Betracht zu ziehen, dass beim Gebrauch dieser kleinen Kesselanlagen in den wenigsten Fällen genügend Sorge dafür getragen wird, dass der Kessel, wenn er geheizt wird, stets bis zur genügenden Höhe mit Wasser angefüllt ist, welches schon genügend Anlass gibt, bei diesen kleineren nur zum häuslichen Gebrauch bestimmten Kesselanlagen, die Umleitung von Feuerzügen um den Kessel herum nicht herzustellen.

Bei grösseren Kesselanlagen, die überhaupt stets unter spezieller Beaufsichtigung sind und bei denen es darauf ankommt, die im Feuerraum entwickelte Hitze vortheilhafter zu benutzen, also eine Ersparung an Brennmaterial zu erzielen, wird die vom Feuerraum abströmende Feuerluft, ehe sie in den Schornstein entweicht, durch einen um den Kessel herumgeführten Kanal (Schneckenzug) innerhalb der Ummauerung des Kessels herumgeleitet und tritt dann erst in den Schornstein aus, nachdem sie innerhalb dieses Kanals den Kessel ringsum bestrichen hat. Dieser Kanal heisst der Zug. Derselbe wird an einer Seite vollständig von der Kesselwandung begrenzt, an welche die durchziehende Feuerluft (oder der heisse mit Gasen vermengte Rauch) vor dem Entweichen in den Schornstein noch einen erheblichen Theil der Wärme abgeben muss. Die übrigen drei Seiten dieses Zuges werden durch die Ummauerung des Kessels gebildet. In nebenstehenden Figuren 275 A B ist diese Einrichtung näher dargestellt.

Figur 275.



Die heisse Feuerluft tritt aus dem Feuerraum über die Feuerbrücke, in der Richtung des Pfeils in den Kanal a ein und wird durch diesen um den Kessel herum geleiteten Kanal welcher mit geringer Steigung über die vordere Heizöffnung geführt ist und an seiner höchsten Stelle, der Heizöffnung gegenüber in den Schornstein ausmündet, in diesen letzteren abgeführt, wie solches hier auch durch punktirte Linien näher angedeutet ist. Der Uebergang aus dem Kanal (Zug) in den Schornstein heisst der Fuchs.

Dieser Kanal (Zug) wird, wie schon oben angeführt wurde, an einer Seite von der Kesselwandung unmittelbar begrenzt; die übrigen Seiten desselben werden aber durch die Ummauerung gebildet. Ein solcher Kanal muss im Innern so glatt als möglich hergestellt werden, und ist ferner darauf zu sehen, dass die Decke desselben sich nicht gegen die Wandung des Kessels stützt, so dass diese als Widerlager benutzt wird. Es würde dadurch bei Ausdehnung des Kessels während der Heizung und darauf wieder erfolgender Abkühlung während der Nichtbenutzung die Kanaldecke erheblich leiden und überhaupt auch im ersteren Falle die Gesammtummauerung stark herausgedrückt werden. Diese Kanäle werden daher mit plattliegenden Steinen, die sich auf der Ummauerung genügend stützen, zugedeckt und kann man dieses nicht mit einer Mauerschicht erreichen, so werden die Deckschichten des Kanals in mehreren Lagen über einander vorgeschoben. Diese Deckschichten sind aber so herzustellen, dass nicht einzelne Steine herausfallen können, wodurch der Kanal nur verstopft werden würde.

Der Querschnitt dieser Kanäle darf nicht zu enge sein, weil sonst der Abzug des Rauchs wegen des daraus entstehenden grösseren Reibungswiderstandes nur verzögert werden wird. Ausserdem ist aber auch zu berücksichtigen, dass ein zu enger Kanal (Zug) sich sehr leicht mit Asche anfüllt und erheblich schwieriger zu reinigen ist, wodurch, zumal wenn eine öftere genügende Reinigung des Kanals versäumt wird, der Abzug des Rauchs sogar

mehr oder weniger ganz verhindert werden kann. Der Querschnitt eines solchen Kanals darf aber auch wieder nicht zu gross hergestellt werden, weil sonst die Feuerluft zu rasch abströmen und in den Schornstein entweichen kann, wobei dann jedenfalls ein zu grosser Wärmeverlust stattfinden wird. Aber dennoch ist es immer vorzuziehen, den Querschnitt des Kanals (Zugs) etwas grösser als zu klein zu machen, weil im letzteren Falle eine lebhaftere Verbrennung des Brennstoffs verzögert und in Folge dessen eine grössere Entwickelung von Wärmestoff sehr wesentlich gestört werden wird. Durch die Einrichtung eines beweglichen Schiebers im Fuchs oder im Schornstein selbst dicht oberhalb der Einmündung des Fuchses in denselben, ist man schon hinreichend in den Stand gesetzt, falls der Querschnitt der Kanäle zu gross gemacht ist, das schnellere Entweichen der Feuerluft in den Schornstein zu verhindern und dadurch den sonst entstehenden Wärmeverlust zu verringern.

Bei grösseren Feuerungsanlagen, als z. B. bei Dampfkesseln nimmt man den Querschnitt des ungetheilten unteren Zuges gewöhnlich gleich $1^1/_5$ der sämmtlichen Zwischenräume zwischen den Roststäben, und dem Querschnitt der getheilten Züge jedesmal gleich $^4/_5$ dieser sämmtlichen Zwischenräume. Bei diesen Feuerungsanlagen findet aber auch eine annähernd genauere Bestimmung desjenigen Quantums von Brennmaterial statt, welches während einer gewissen Zeit verbrannt werden soll und wird hiernach auch wieder die erforderliche Grösse des Rostes näher bestimmt. Ueberhaupt werden bei diesen grösseren Feuerungsanlagen auch genauere Bestimmungen in Betreff der Grösse und der Einrichtung der einzelnen Theile erforderlich, weil diese letzteren sich vollständig darnach richten, zu welchem bestimmten Zwecke die Anlage dienen soll. Bei den gewöhnlichen kleineren Feuerungsanlagen lässt sich dieses auch durchaus nicht in dem Maasse bestimmen, weil hier ganz andere Verhältnisse in Betracht kommen; denn, wenn bei einem geschlossenen Dampfkessel unter Aufwand von einem bestimmten Quantum Brennmaterial eine gewisse Menge Dampf erzeugt wird, so kann man unmöglich bei einem offenen Kessel bestimmen, welches Quantum Brennmaterial erforderlich ist, das in dem Kessel vorhandene Quantum Wasser oder sonstiger Flüssigkeit zum Sieden zu bringen und in diesem Zustande zu erhalten. Es lässt sich daher bei den gewöhnlichen Kessel- und Pfannenfeuerungen das Quantum eines während einer gewissen Zeit zu verbrennenden Brennmaterials gar nicht so genau bestimmen, wesshalb auch in manchen Fällen auf die Bestimmung der Grösse des Rostes nicht so viel Rücksicht genommen wird, als dieses bei Dampfkesselanlagen notwendig geschehen muss. Es kann daher bei den gewöhnlichen Feuerungsanlagen die erforderliche Grösse des Querschnitts der Züge nicht so genau bestimmt werden, als dieses bei Dampfkesselanlagen stattfindet. Bei den gewöhnlichen Kesselfeuerungsanlagen genügt es auch meistens, wenn man die um die Kessel oder Pfannen herum geleiteten Züge nicht unter 13 Zentimeter breit macht, und denselben dann je nach der Menge des zu verbrauchenden Brennmaterials eine Höhe von 18 bis 23 Zentimeter gibt, damit bei etwaiger Ansammlung von Flugasche nicht schon gleich Anfangs die Oeffnung des Zuges zu sehr beschränkt wird.

Zur Regulirung des Zuges wird, wie schon oben angeführt wurde, je nachdem der Kanal in einer Schneckenlinie oder getheilt um den Kessel herumgeführt ist, in dem Fuchs oder in dem Schornstein selbst unmittelbar über dem Kessel ein Schieber von Eisen angebracht, mittelst welchen man den

Querschnitt der Ausströmungsöffnung in den Schornstein, oder den Querschnitt dieses letzteren verengern kann. Die Herstellung eines Schiebers im Schornstein ist aber vorzuziehen, weil hierdurch weniger Gelegenheit zur Ansammlung von Flugasche gegeben wird, sondern die bis dahin mitgeführte Asche dann grösstentheils in den unterhalb der Ausströmungsöffnung heruntergeführten Schornstein niederfällt und hier durch eine daselbst angebrachte Reinigungsthür leicht aus demselben entfernt werden kann.

In dem Umfassungsmauerwerk des Kessels oder der Pfanne müssen an den geeigneten Stellen verschliessbare Oeffnungen hergestellt werden, welche unmittelbar in den betreffenden Zug (Kanal) führen, um aus diesem die sich darin angesammelte Flugasche leicht entfernen zu können.

Die Oeffnung über der Feuerbrücke oder die Einmündung des Feuerraums in den Zug macht man, wenn der Zug ein Schneckenzug ist, wenigstens gleich dem Querschnitt dieses Zuges. Eine erhebliche Vergrösserung derselben über diesen Querschnitt hinaus, ist aber auch nicht zweckmässig. Ist der Zug ein getheilter, so hat man den Querschnitt dieser Oeffnung mindestens gleich $1\,^1/_2$ des Querschnitts beider Züge zu machen und höchstens gleich $1\,^3/_4$ des Querschnitts beider Züge.

Was die Stärke des Umfassungsmauerwerks um den Kessel betrifft, so darf dieselbe, im Fall der Zug um den Kessel herumgeführt wird, nicht unter einen ganzen Stein betragen, so dass bei einer Weite des umgeführten Zuges in der Breite eines Steins, die Stärke des Wangenmauerwerks an dieser Stelle noch mindestens eine Steinbreite beträgt. Allein findet ein anhaltend stärkeres Heizen bei einer solchen Kesselanlage statt, so genügt auch die hier angegebene Stärke des Umfassungsmauerwerks nicht mehr, sondern man muss, da in solchem Falle dann auch eine grössere Weite des herumgeführten Zuges erforderlich werden wird, die Stärke des Umfassungsmauerwerks gleich $1\,^1/_2$ Steinen annehmen. Durch diese grössere Stärke des Umfassungsmauerwerks erlangt man aber gleichzeitig auch noch den grossen Vortheil, dass die Wärme besser zusammen gehalten wird.

Hat der zu einer Kessel- oder Pfannenfeuerung zugehörige Schornstein eine solche Lage, dass er nicht, wie bei den vorhergehenden Beispielen angenommen wurde, der Heizöffnung gegenüber an der Hinterseite der Feuerungsanlage, sondern an der Vorderseite derselben neben der Heizöffnung liegt, so führt man den Zug (Schneckenzug) in $1\,^1/_2$facher Windung um den Kessel herum, in welchem Falle derselbe aber dann nur eine sehr geringe Steigung erhalten darf. Hier ist dann bei Benutzung des Kessels sehr darauf zu sehen, dass die im Kessel zu erhitzende Flüssigkeit bei stattfindender Heizung nicht unter das Niveau der von der Feuerluft berührten Kesselfläche herabsinkt, weil dadurch die Kesselwandung selbst nur im höchsten Grade leiden würde.

Dasselbe findet nun zwar auch bei dem einfachen Schneckenzug um den Kessel statt, es ist aber dann die vom Feuer berührte Kesselfläche erheblich niedriger und demnach eine geringere Flüssigkeitsmenge nötig, um den Kessel gegen diese Nachtheile zu schützen.

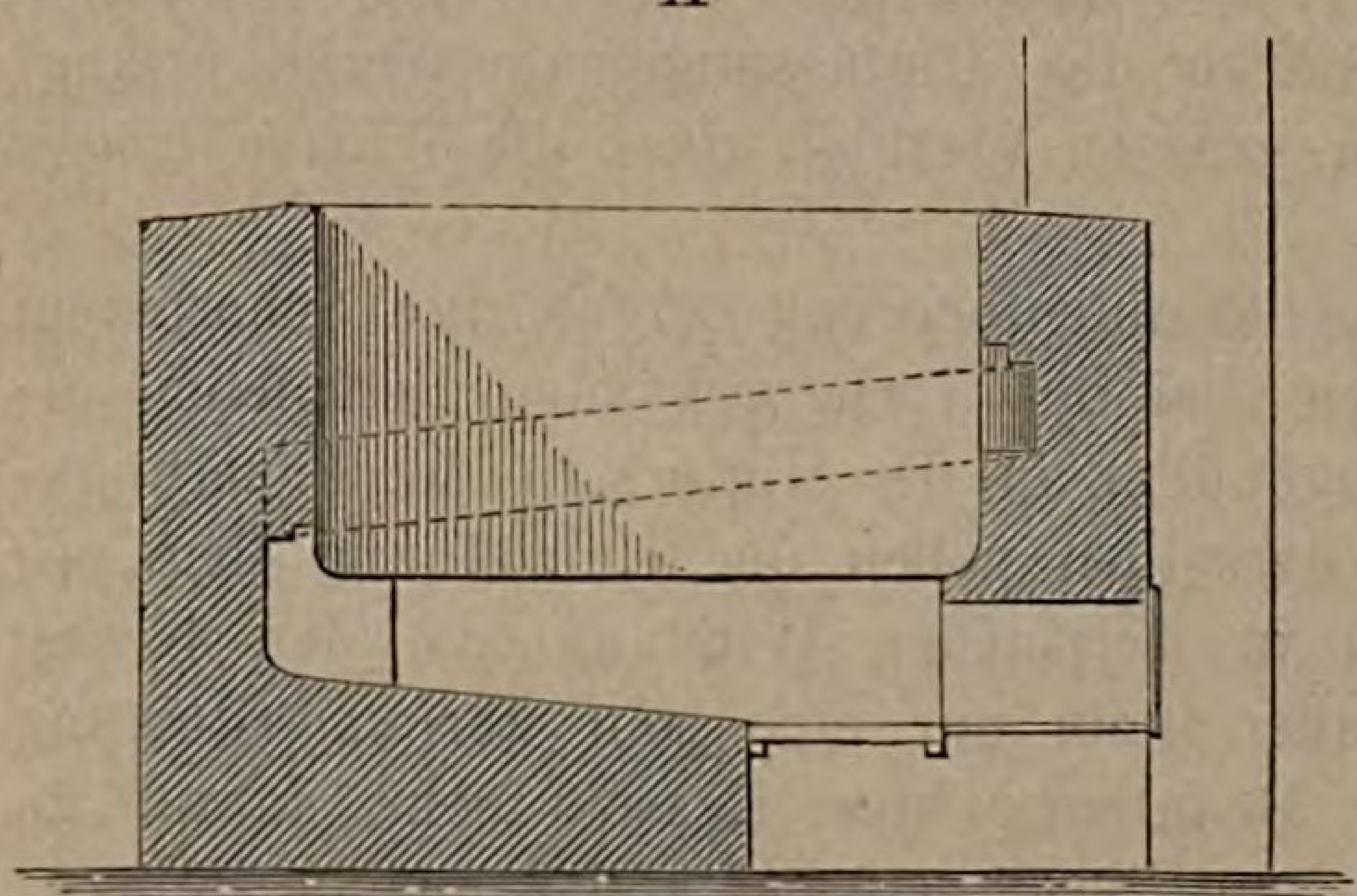
Durch eine solche $1\,^1/_2$fache Windung des Zuges um den Kessel herum wird dieser Zug zwar erheblich verlängert und dadurch dem durchströmenden Rauche, ehe er in den Schornstein entweicht, noch eine Menge seines Wärmestoffs entzogen; es ist aber auch wieder zu berücksichtigen, dass bei dem verhältnissmässig geringerem Verbrauch an Brennmaterial, welcher bei diesen

kleineren Feuerungsanlagen meistentheils stattfindet, der Umstand leicht eintritt, dass, da durch die Verlängerung des Zuges auch die Reibung, welche der abströmende Rauch an den Kanalwandungen erleidet, vermehrt wird, eine verzögerte Entweichung des Rauchs stattfindet, welches aber auf eine lebhaftere Verbrennung des Brennstoffs im Feuerraum jedenfalls sehr nachtheilig einwirken muss. Hierdurch wird aber dann der Vortheil einer grösseren Wärmeentziehung des entweichenden Rauchs wieder wesentlich verkleinert, zumal es bei diesen Feuerungsanlagen, sowie überhaupt bei allen übrigen meistens auf eine schnellere und stärkere Wärmeentwickelung ankommt, die aber bei einem langsam brennenden Feuer weniger erlangt werden kann.

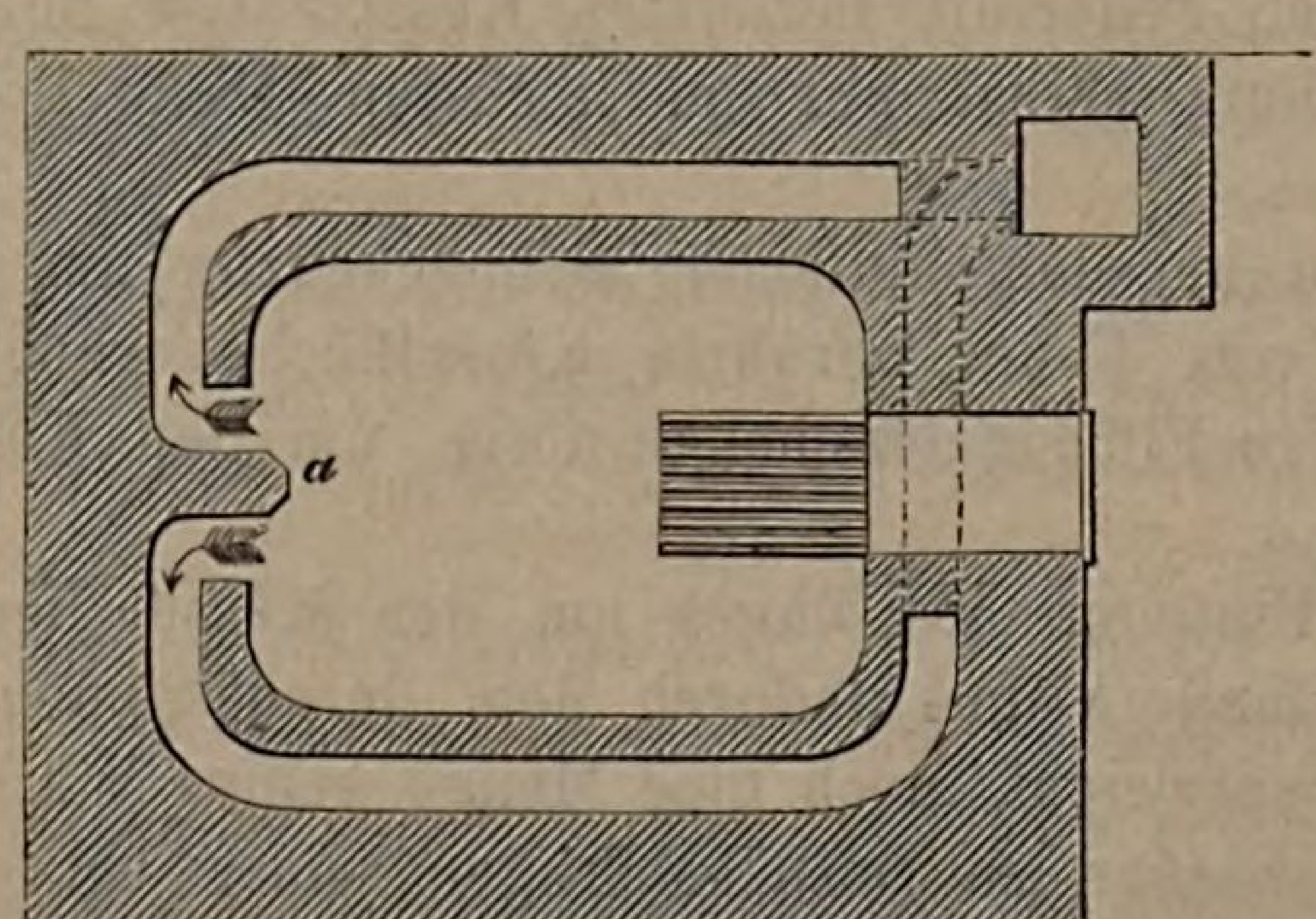
Auf grössere Feuerungsanlagen, als namentlich Dampfkesselfeuerungen, lässt sich das eben Gesagte selbstverständlich nicht anwenden, indem dabei ganz andere Verhältnisse stattfinden. Einmal ist der Verbrauch an Brennmaterial erheblich grösser und es wird hier anhaltender geheizt und demnach folgerichtig auch die Wärmeentwickelung viel bedeutender, so dass der in den Schornstein entweichende Rauch noch in allen Fällen eine sehr hohe Temperatur behält; ausserdem sind hier aber auch zur Erreichung des bestimmten Zwecks, anhaltende Erhitzung und möglichste Ausnutzung der entweichenden Feuerluft, derartige Einrichtungen, als Verlängerung der umlaufenden Feuerzüge nicht allein zweckmässig, sondern sogar notwendig. Allein diese Verlängerung der Feuerzüge hat auch ihre Grenzen und richtet sie sich gewöhnlich mehr nach der Länge der Kessel; aber selbst bei den grössten Kesseln nimmt man als Maximum für die Länge der Züge nicht über 28,25 Meter an.

Figur 276.

A



B



In nebenstehenden Figuren 276 A B ist eine Pfannenfeuerung mit getheiltem Zuge, dem sogenannten doppelten Wolf im Grundriss und im Durchschnitt näher dargestellt.

Die Pfanne, welche hier viereckig angenommen ist, steht mit ihren Bodenkanten ebenfalls auf einer Untermauerung, welche zugleich die Seitenwandungen des Feuerraums bildet. Die der Heizöffnung gegenüber liegende Oeffnung im Feuerraum ist durch die Zunge a in zwei gleiche Theile getheilt und tritt diese Zunge noch in den Feuerraum hinein, so dass schon eine Theilung innerhalb dieses letzteren stattfindet. Gleichzeitig dient diese Zunge noch zur unmittelbaren Unterstützung des Pfannenbodens. Diese Einrichtung findet übrigens auch bei einer runden Kesselfeuerungsanlage Anwendung, sobald dieselbe mit getheiltem

Zuge versehen wird. Die zu beiden Seiten dieser Zunge vorhandenen Oeffnungen erhalten jede etwa $^7/_8$ des Querschnitts des zugehörigen Zuges. Die Züge werden nach beiden Seiten hin nach der angegebenen Pfeilrichtung um die Pfanne herumgeführt und zwar muss dann der eine Zug über die vordere Heizöffnung fortgeführt werden, wodurch derselbe eine etwas grössere Länge als der andere erhält. Wegen der hier entstehenden verschiedenen Längen der beiden Züge ist es jedenfalls zweckmässig, sogar notwendig, dass sie an ihren Endpunkten vor Eintritt in den Schornstein nicht zusammentreffen und durch einen gemeinschaftlichen Fuchs in den Schornstein eingeleitet werden, sondern es muss diese Einleitung in den Schornstein getrennt hergestellt werden, welches übrigens auch ohne alle Schwierigkeit einzurichten ist, indem man in der Nähe des Schornsteins den kürzeren Zug über den längeren fortführt, oder umgekehrt und beide Züge getrennt in den Schornstein einleitet.

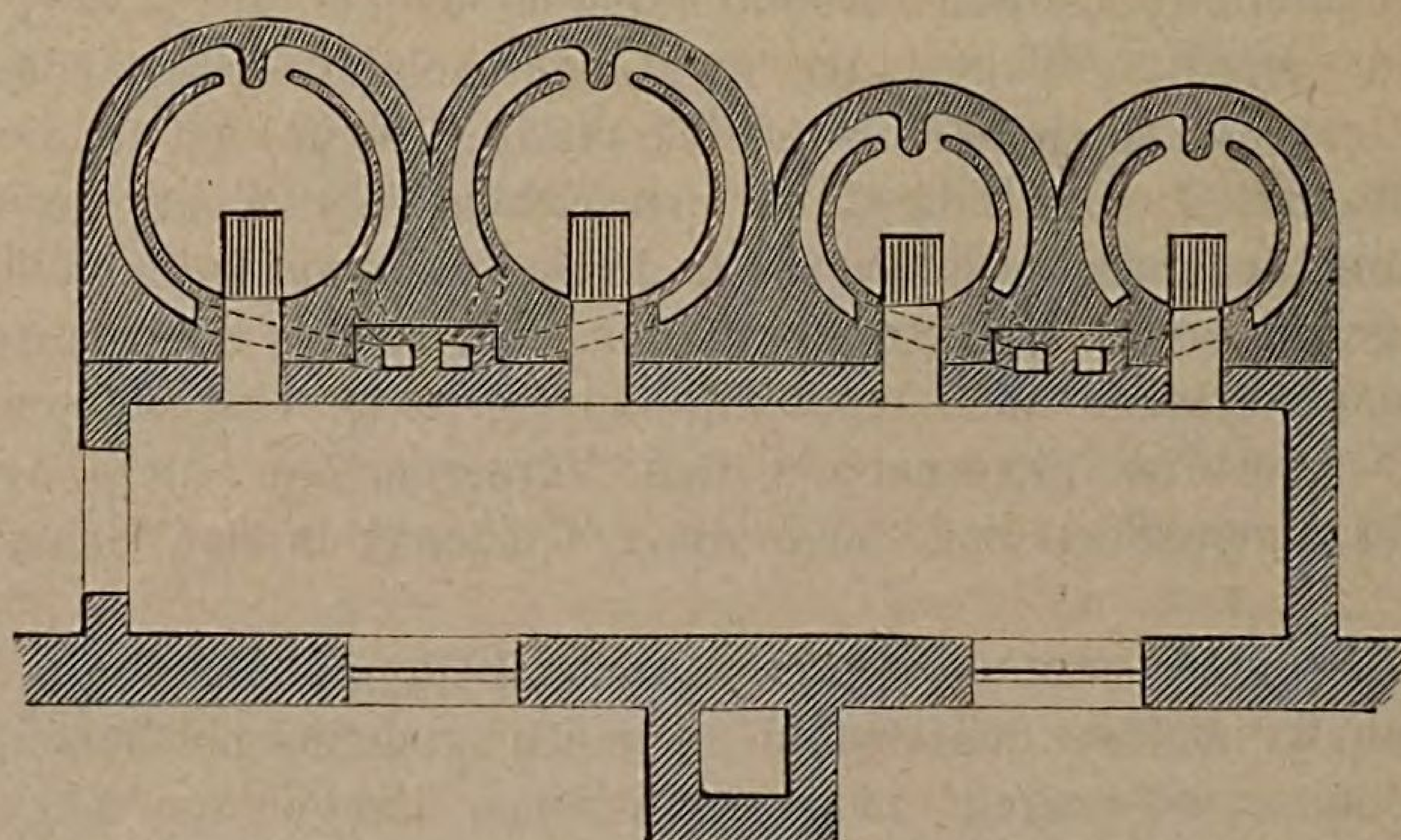
Treffen bei einer solchen Einrichtung mit doppeltem Wolfe die beiden Züge vor Eintritt in den Schornstein in einen gemeinschaftlichen Fuchs zusammen, so kann es wegen der verschiedenen Länge der Züge und auch wegen Verschiedenheit der Temperatur des durchströmenden Rauchs in den beiden Zügen sehr leicht entstehen, dass in dem einen oder in dem anderen Zuge ein stärkerer Luftstrom sich entwickelt, wodurch dann vor Austritt in den Schornstein der weniger starke Luftstrom von dem anderen stärkeren sehr leicht zurückgedrängt werden kann, welches aber dann auf eine regelmässigere Verbrennung im Feuerraum nachtheilig einwirken wird. Ausserdem wird dieses aber auch zur Folge haben, dass eine ungleichmässige Erhitzung der Flüssigkeit in der Pfanne selbst stattfindet. Dieser Nachtheil kann aber auch selbst dann stattfinden, wenn die Züge von gleicher Länge sind, ohne dass man im Stande ist, die eigentliche Ursache davon heraus zu finden, es wäre denn, dass der eine Zug eine geschütztere Lage hat als der andere und dadurch im ersteren Zuge die Temperatur des Rauches mehr zusammen gehalten wird als in dem weniger geschützten Zug. Es ist daher, wenn auch die Züge gleiche Länge haben, stets vorzuziehen, dass dieselben vor Eintritt in den Schornstein durch eine Zunge getrennt und beide Züge von einander getrennt, neben oder über einander liegend in den Schornstein eingeleitet werden. Sehr wesentlich kann man einer ungleichen Abkühlung des Rauchs dadurch entgegen wirken, dass man dem Umfassungsmauerwerk eine grössere Stärke gibt.

Die um die Pfanne geführten Züge werden ebenfalls horizontal abgedeckt und darf die Decke derselben nicht ihren Stützpunkt gegen die Seitenwandung der Pfanne erhalten, sondern es muss dieselbe, wie dieses schon oben angeführt wurde, sich selbst tragen, welches auch durch Auskragen der einzelnen Deckschichten sehr leicht zu erreichen ist. Die Wandungen der Züge sind möglichst glatt abzuputzen. Ferner ist darauf zu sehen, dass an den geeigneten Stellen im Umfassungsmauerwerk der Pfannen Oeffnungen hergestellt werden, durch welche die Züge mit Leichtigkeit zu reinigen sind. Diese Oeffnungen schliesst man äusserlich am zweckmässigsten mit eisernen Thüren und stellt im Innern einer solchen Thür dann einen die Oeffnung fast schliessenden Kantstein auf, dessen Umfangsfugen mit Lehm gedichtet werden.

In Betreff des Aschenfalls, der Roste und der Heizthür findet das bereits darüber Angeführte auch hier Anwendung.

In nachstehender Figur 277 ist eine Feuerungsanlage dargestellt, wo mehrere nebeneinander liegende Kessel von einem geschlossenen massiven Vorgelege aus geheizt werden.

Figur 277.



Die sämmtlichen Kessel sind hier mit getheiltem Zuge, dem sogenannten doppelten Wolfe angenommen.

Die Schornsteinröhren von je zwei Kesselfeuerungen sind hier zusammen bis zur Höhe der Widerlagsmauern des gewölbten Vorgeleges aufgeführt und von hier aus dann über das Gewölbe des Vorgeleges bis zu dem in der Mitte desselben aufgeführten Schornstein fortgezogen.

Statt der hier angegebenen Einrichtung, dass für jede Kesselfeuerung ein besonderes Schornsteinrohr aufgeführt wird, kann man auch ohne grossen Nachtheil die Einrichtung so treffen, dass zwei Kesselfeuerungen jedesmal ein gemeinschaftliches Schornsteinrohr erhalten. In solchem Falle muss man aber die beiden Züge um jeden Kessel vor Eintritt in das Schornsteinrohr in einem besonders gemauerten Fuchs vereinigen, so dass für jede Kesselfeuerung ein besonderes Einmündungsrohr in das Schornsteinrohr erhalten wird und man den einen oder den anderen Fuchs bei Benutzung des einen oder des anderen Kessels durch einen Schieber ganz absperren kann. Bei gleichzeitiger Benutzung beider Kessel ist eine vollständige Absperrung nicht möglich, wol aber kann, je nachdem es erforderlich erscheint, eine theilweise Absperrung stattfinden. Die Vereinigung beider Feuerungskanäle und Einleitung in das bezügliche Schornsteinrohr findet am zweckmässigsten in dem lothrechten Theil desselben oberhalb der Kesseloberflächen statt.

Diese Einrichtung eignet sich besonders in Schönfärbereien und ferner in solchen Geschäften, wo eine grössere Anzahl kleinerer Kessel benutzt wird und wo es wesentlich darauf ankommt, Aschen- und Kohlenstaub von den Kesseln entfernt zu halten, welches hier dadurch vollständig erreicht wird, dass die sämmtlichen Kesselfeuerungen nur von dem Vorgelege aus geheizt werden. Man kann übrigens die Anzahl der Kessel noch vermehren, wenn man das Vorgelege so herstellt, dass an beiden Seiten desselben jedesmal eine Reihe von Kesselfeuerungen angelegt wird.

Die Kesselschornsteinröhren sind hier sämmtlich getrennt in den Hauptschornstein eingeführt angenommen, und um diesen letzteren an der Stelle, wo die Röhren eingeführt werden, eine genügende Festigkeit zu geben, ist es

zweckmässig, dass ein starker gusseiserner Rahmen von der erforderlichen Grösse in der Seitenmauer des Schornsteins befestigt werde dadurch, dass das obere, sowie auch das untere Rahmstück mit eisernen Schienen versehen wird, die an die betreffenden Rahmstücke festgenietet werden und welche Schienen dann durch die Seitenmauern des Schornsteins durchgehen und äusserlich durch vertikal gegen dieselben gelegte eiserne Schienen durchgreifen und durch aufgesetzte Muttern dann gegen diese fest verschraubt werden.

Die Schornsteinröhren der betreffenden Kessel werden zur Regulirung des Zuges ebenfalls noch mit Schiebern versehen. Ferner aber müssen diese Röhren auch selbstverständlich an den geeigneten Stellen mit den genügenden Reinigungsthüren versehen werden, damit sie leicht gereinigt werden können. Ebenso müssen auch die Züge um die einzelnen Kessel an den geeigneten Stellen mit den nötigen verschliessbaren Reinigungsöffnungen versehen werden.

Derartige Anlagen findet man vielfach in kleineren Färbereien, in welchen der Dampf noch nicht seine Anwendung gefunden hat. Nicht selten findet man aber dann die Einrichtung in der Weise, dass der Rauch aus den Kesselschornsteinröhren nicht direkt in den Schornstein eingeleitet wird, wie dieses in dem vorliegenden Beispiel angedeutet ist, sondern unter dem Gewölbe des Vorgeleges in dieses austritt, aus welchem dann der Rauch durch eine in dem Schornstein, dicht unter dem Gewölbe hergestellte Oeffnung entweichen muss. In diesem Falle, wo das Gewölbe des Vorgeleges die Stelle eines Rauchmantels vertritt, muss dasselbe nach dem Schornstein zu eine bedeutende Steigung erhalten. Diese Einrichtung ist aber keineswegs zweckmässig, schon wegen des bedeutenden Schmutzes nicht, welcher durch den in Folge des mangelhaft abziehenden Rauches sich notwendig ansetzenden Russ hervorgebracht wird. Ausserdem ist aber auch zu berücksichtigen, dass sehr leicht der Fall eintreten kann, da der Rauch aus dem Raume des Vorgeleges nur mangelhaft in den Schornstein entweicht, dass beim jedesmaligen Oeffnen der Eingangsthür der Rauch aus dem Vorgelege in den Arbeitsraum eindringt.

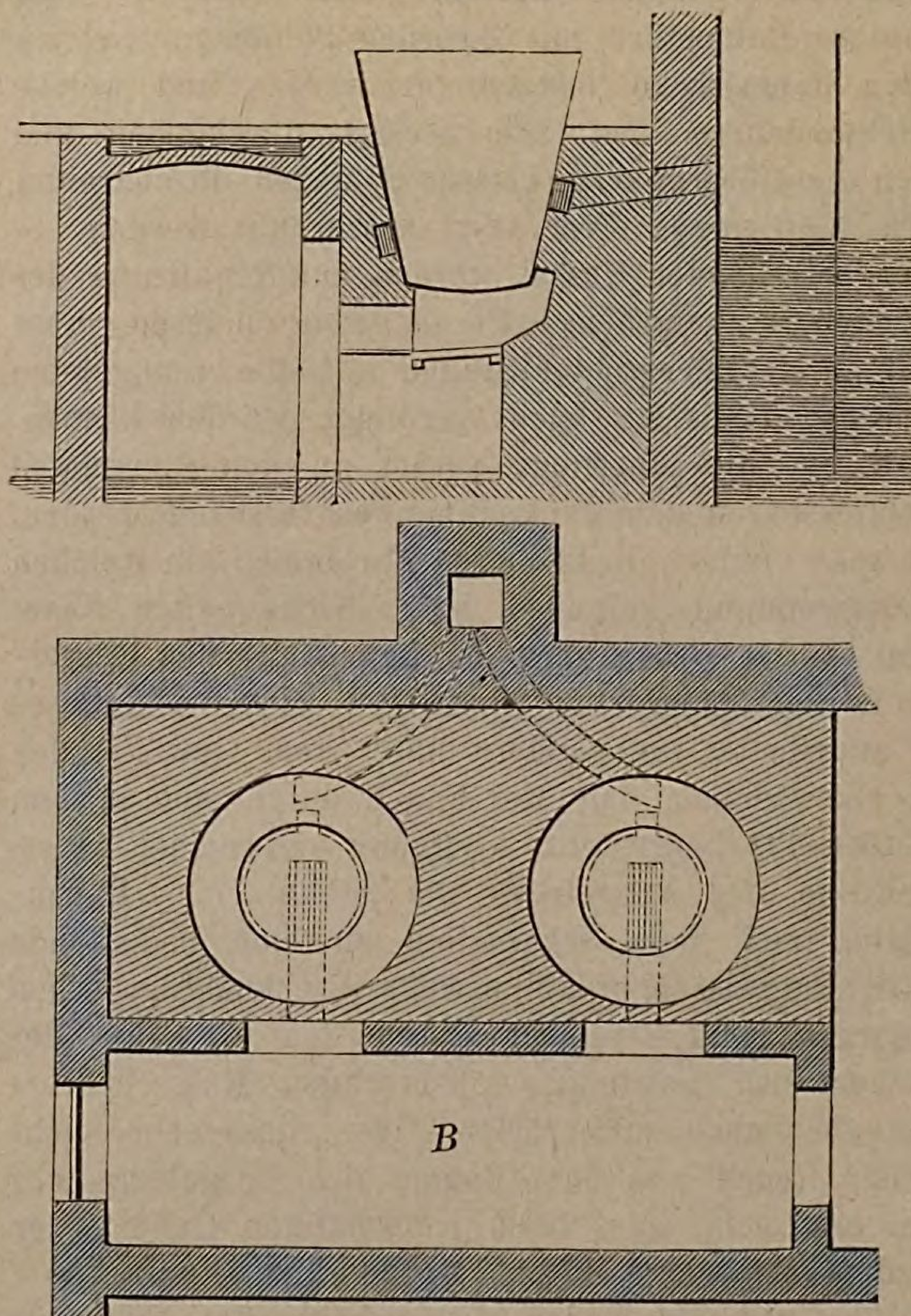
Wegen der geringeren Höhe vom Fussboden des Arbeitsraums bis zum oberen Rande der Kessel kann, wenn der Fussboden des Vorgeleges mit dem des Arbeitsraums in gleichem Niveau liegen soll, der Aschenfall jedes einzelnen Kessels nicht, wie in den bisher angeführten Beispielen angenommen wurde, oberhalb des Fussbodens des Vorgeleges angebracht werden, sondern es muss in diesem Falle der Aschenfall unterhalb des Fussbodens des Vorgeleges angebracht werden und werden dann die hierdurch vor jeder Kesselfeuerung im Fussboden notwendig werdenden Oeffnungen im gleichen Niveau mit dem Fussboden, mit starken eisernen Rosten belegt, die beim erforderlichen Reinigen der Aschenfälle sehr leicht aufgenommen werden können. Diese Einrichtung kann man übrigens vermeiden, wenn man den Fussboden des Vorgeleges niedriger legt, welches auch ohne allen Nachtheil stattfinden kann.

In umstehenden Figuren 278 A B ist die Einmauerung zweier nebeneinander liegender Seifenkessel näher dargestellt.

Da die Seifenkessel zur Verhütung des Ueberlaufens beim Aufschäumen der kochenden Fette stets eine bedeutende Höhe erhalten müssen, so ist schon selbstverständlich, weil, um die Bearbeitung der zu verseifenden Fette genügende ausführen zu können, der obere Rand des Kessels nicht mehr als höchstens 94 Zentimeter oberhalb des Fussbodens des Arbeitsraums hervorragen darf, dass die Kesselfeuerung selbst im Keller angebracht werden muss oder wenigstens in einem besonderen Vorgelege, welches jedoch unter dem Niveau

Figur 278.

A



des Fussbodens des Arbeitsraums liegt. Auch die Sicherheit gegen Feuersgefahr erfordert es schon, dass die Kesselfeuerung vollständig getrennt vom Arbeitsraum wird, damit beim etwaigen Ueberkochen der siedenden Fette dieselben nicht mit dem Feuer in Berührung kommen können.

Der Seifenkessel besteht eigentlich aus zwei Theilen und zwar aus dem eigentlichen Kessel, in welchem das zur Seifenfabrikation zu verwendende Fett zum Kochen gebracht wird und um welchen die Feuerzüge herumgeführt sind, und aus dem trichterförmigen Aufsatz, welcher ein etwaiges Ueberlaufen beim Aufschäumen der kochenden Fette verhindern soll. Dieser obere Theil ist in manchen Fällen von Holz hergestellt und im Innern alsdann mit Metall bekleidet. Es ist aber dennoch vorzuziehen, wenngleich dieser Trichteraufsatz in keinerlei Weise mit dem Feuer in Berührung kommt, denselben ebenfalls ganz aus Metall (Kupferblech) herstellen zu lassen.

Am Boden des Kessels wird ein Ablasskrahn hergestellt, um die Laugen, welche sich während des Kochens mit den Fetten oder Oelen neutralisiren, ablassen zu können, welches aber auch wieder bedingt, dass der Fussboden des Heizvorgeleges oder Kellers, in welchem die Feuerung stattfindet, so niedrig angelegt werde, dass die zum Auffangen der Laugen erforderlichen hölzernen Bottiche aufgestellt werden können. Dieser Raum muss aber von dem Feuerungsraum wieder durch eine massive Mauer vollständig getrennt sein und seinen besonderen Eingang erhalten.

Was die Einrichtung der Feuerungsanlage betrifft, so ist dieselbe leicht aus der Figur B zu entnehmen und bedarf es daher keiner weiteren Erklärung, indem alles bereits oben Angeführte auch hier volle Anwendung findet.

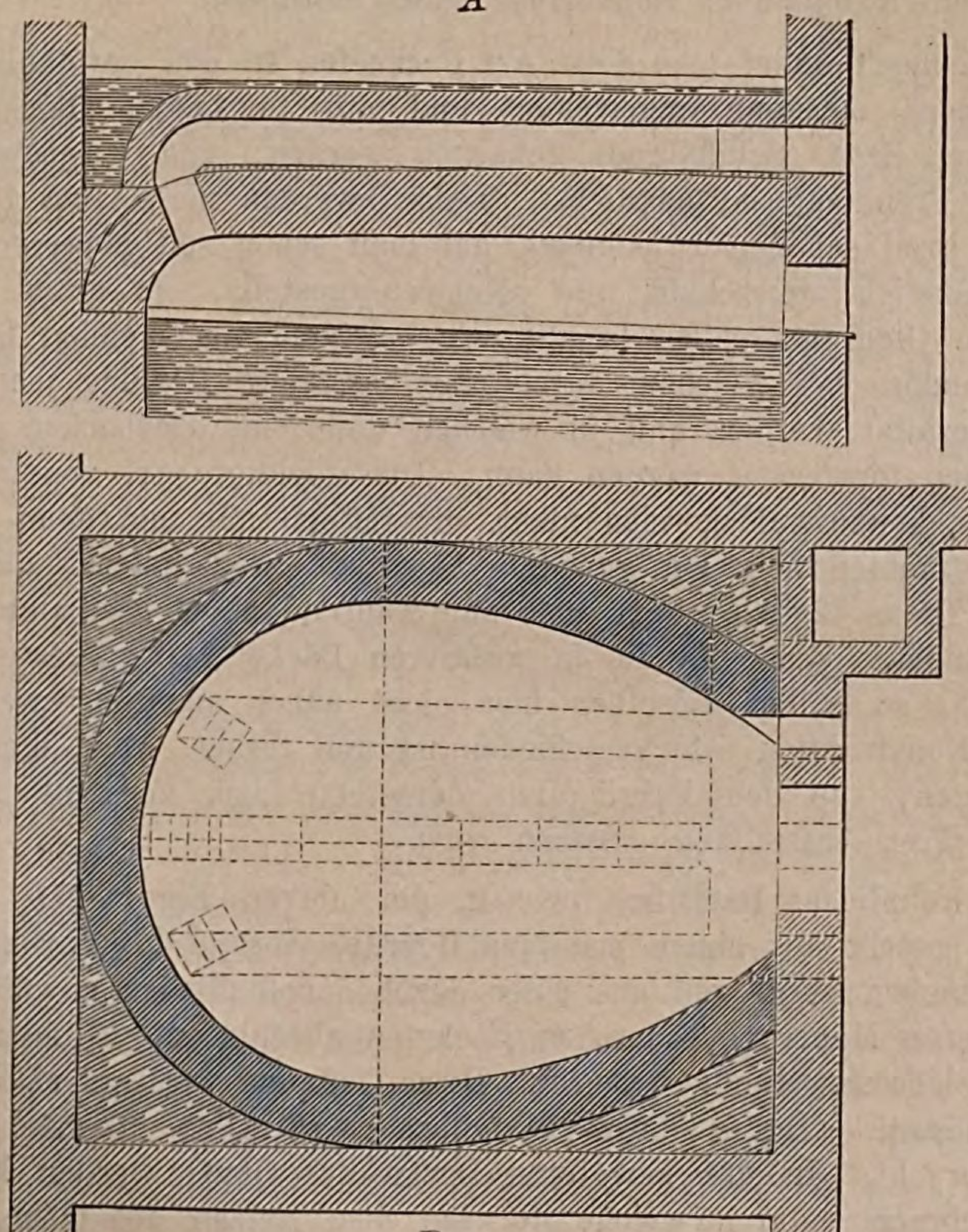
Bei den hier angeführten grösseren Feuerungsanlagen ist es nicht allein zweckmässig, sondern auch notwendig, dass nicht nur das Feuerbett, sondern auch die Seitenwandungen des Feuerraums mit feuerfesten Steinen ausgemauert werden, weil sonst bei einigermaassen stärkerer Benutzung der Anlage eine

häufige Erneuerung dieser Theile erforderlich werden würde. Gleichzeitig müssen auch die Umfangsmauern des Aschenfalls mit feuerfesten Steinen verblendet werden, weil durch die fortwährende Einwirkung der ausstrahlenden Hitze und durch die durch die Rosten fallende heisse Asche das Mauerwerk, wenn es aus gewöhnlichen Mauerziegeln hergestellt ist, sehr leicht beschädigt wird. Eine Ausmauerung der um den Kessel geführten Züge mit feuerfesten Steinen ist in der ganzen Ausdehnung dieser Züge wol kaum erforderlich. Soweit aber die Mauerflächen dieser Züge von der Flamme beim Eindringen in dieselben unmittelbar noch berührt werden, ist die Anwendung feuerfester Steine zur längeren Erhaltung des Mauerwerks ebenfalls notwendig. Wenn nun hierdurch auch die Herstellung der Einmauerung eines Kessels anfangs etwas mehr Kosten verursacht, so erlangt man doch auch dadurch den grossen Vortheil, dass nicht so häufig eine Erneuerung derselben notwendig wird.

In nachstehenden Figuren 279 A B ist ein gewöhnlicher Backofen im Grundriss und Längendurchschnitt dargestellt.

Figur 279.

A



B

Diese Art von Backoefen haben jedenfalls sehr viele Nachtheile, wie aus dem Folgenden sich auch näher ergeben wird, und trotzdem findet man sie noch fortwährend in den gewöhnlichen und kleineren Bäckereien angewendet.

Die Benutzung solcher Backoefen besteht darin, dass man in den ringsum von Mauerwerk umschlossenen Raum durch eine verschliessbare Oeffnung das Brennmaterial, welches entweder aus leichtem Torf oder aus Holz besteht, einschiebt, dieses anzündet und dann bei verschlossener Oeffnung ausbrennen lässt. Zum Abzug des Rauchs dienen kleine Oeffnungen in der massiv gewölbten Decke des Backofens, welche in kleine über dieselbe fortgeführte gemauerte Kanäle ausmünden und welche letztere dann in einen besonderen Schornstein eingeleitet sind.

Ist das Feuer im Backofen ausgebrannt, so werden die übrig gebliebenen Kohlen und die Asche gänzlich ausgekehrt und nunmehr das zum Garbacken bestimmte Brod eingeschoben, auf welches dann die ausstrahlende Hitze des Mauerwerks und die innere Wärme des Ofens selbst wirkt und dadurch dasselbe gar gebacken wird. Ist der Ofen bis zu einem gewissen Grade abgekühlt, so muss derselbe auf's Neue wieder geheizt werden, und zwar geschieht dieses dann in derselben Weise, wie bereits angegeben. Es geht hieraus leicht hervor, dass bei Betrieb mit solchen Oefen nicht allein ein starker Verbrauch an Brennmaterial erforderlich wird, sondern dass gleichzeitig auch ein bedeutender Zeitverlust dabei statfindet.

Aber dennoch findet man diese Art Backoefen in den gewöhnlichen Brodbäckereien noch meistens angewendet und nur in solchen Bäckereien, wo grosse Mengen Brod (Schiffsbrod) gebacken werden, und wo sowol an Zeit als auch an Brennmaterial möglichst gespart werden muss, um billiges und dabei gutes Brod schaffen zu können, hat man schon seit längerer Zeit diese Backoefen gänzlich abgeschafft und solche aufgestellt, bei denen das Feuer nicht in dem Ofenraum selbst brennt wie bei dem vorliegenden Beispiel der Fall ist, sondern bei welchem durch eine besondere Heizung mehrere Oefen gleichzeitig erhitzt werden und in welchen dann das Garbacken des Brodes ununterbrochen fortgesetzt werden kann. Diese letztere Art von Oefen eignet sich aber für kleinere Bäckereien nicht, die täglich nur und dann gewöhnlich zu einer bestimmten Zeit ein gewisses Quantum Brod liefern, also die Benutzung des Ofens täglich zwar, aber nur während einer bestimmten Zeit des Tages stattfindet. Was nun die in grösseren Bäckereien aufgestellten Backoefen betrifft, so sollen dieselben hier nicht näher angeführt werden, weil einmal ihre Konstruktion sehr verschieden ist und ferner, wenn dieselben aufgestellt werden, von den Fabrikanten derselben auch meistens nähere Anweisung zu ihrer Aufstellung gegeben wird.

Ein gewöhnlicher Backofen, wie in der obigen Figur 279 näher dargestellt ist, besteht aus einem massiven Heerde, worauf das gar zu backende Brod eingeschoben wird, und aus einer darüber befindlichen gewölbten Decke. In der vorderen Mauer, welche den Backofen abschliesst, befindet sich eine Oeffnung, welche das Mundloch heisst. Diese Oeffnung wird mit einer metallnen Thür geschlossen. Durch dieses Mundloch wird Alles in das Innere des Ofens eingebracht. In der gewölbten Decke des Ofens werden kleine Oeffnungen angebracht, durch welche der bei dem Heizen des Ofens sich entwickelnde Rauch abziehen kann. Dieser Rauch zieht aber nicht sofort in's Freie, sondern es wird derselbe durch über dem Ofengewölbe hergestellte gemauerte Kanäle nach dem an der Vorderseite des Ofens befindlichen Schornsteins geleitet, damit er auf der Strecke bis dahin noch einen Theil seiner Wärme an das Mauerwerk des Ofens abgibt.

Bei älteren Backofenanlagen findet man vielfach, dass die erwähnten Kanäle direkt durch die vordere Mauer des Ofens durchgeführt waren. Der austretende Rauch wurde unter einem Schornsteinmantel aufgefangen und von hieraus in den zugehörigen Schornstein geleitet. Dieser Schornstein hatte einen solchen Querschnitt, dass er bestiegen werden konnte. Die Kanalöffnungen in der vorderen Mauer wurden, nachdem das Feuer im Ofen ausgebrannt war, durch eigens dazu hergestellte metallene Kapseln wieder geschlossen, um die Wärme im Ofen möglichst zusammen zu halten. Diese Einrichtung verursachte aber sehr vielen Schmutz und liess man daher bei Backofenanlagen in neuerer Zeit die über dem Backofen angebrachten Kanäle in einen unmittelbar hinter der Stirnmauer des Ofens hergestellten gemeinschaftlichen Kanal einmünden, welcher dann bis in den Schornstein führte. Hierüber wird weiter unten noch das Nähere angeführt.

Was nun die Form und die Einrichtung eines Backofens betrifft, so ist diese keineswegs willkürlich anzunehmen. Schon die innere Höhe des Backofens hat eine bestimmte Grenze. Wenn auch bei einer grösseren Höhe desselben im Innern eine lebhaftere Verbrennung des eingeschobenen Brennmaterials stattfinden wird, so ist aber dennoch wieder sehr zu berücksichtigen, dass die zum Garbacken des Brodes erforderliche Hitze hier wesentlich nur durch Ausstrahlung erhalten wird, und ist in solchem Falle die Höhe zu bedeutend, so wirkt die ausstrahlende Wärme der erhitzten Gewölbedecke des Ofens nicht in dem erforderlichen Grade, abgesehen noch davon, dass auch ein grösseres Quantum von Brennmaterial notwendig wird, um einigermaassen den nötigen Hitzegrad im Ofen zu erhalten. Man bestimmt daher die lichte Höhe eines Backofens je nach der Grösse desselben, zu 36 bis 46 Zentimeter, welches letztere Maass aber stets als Maximum anzunehmen ist. Die Länge und Weite des Backofens ist veränderlich und hängt ganz davon ab, eine wie grosse Menge Brod zur Zeit gar gebacken werden soll; auch kommt hier die Gattung des Brodes, welches gebacken wird, in Betracht. In dieser Beziehung wissen aber die Bäcker selbst am richtigsten diejenige Grösse anzugeben, welche der Ofen haben muss, und ist es alsdann Sache des Maurers bei gegebener Grösse die Form des Backofens zu bestimmen.

Was die innere Form der Grundfläche des Ofens betrifft, so wählt man dazu gewöhnlich ein längliches Oval, dessen Breite ungefähr $^3/_4$ der Länge des Ofens beträgt und zwar wählt man am vortheilhaftesten die Eiform, deren schmäleres Ende gegen die vordere Brandmauer stösst. Dieses geschieht auch hauptsächlich schon desshalb, weil sonst vor dem Mundloche zu tiefe Ecken entstehen würden, die gar nicht benutzt werden können.

Man theilt die innere Länge des Ofens gewöhnlich in acht gleiche Theile; nimmt hiervon vom Mundloche ab gerechnet fünf Theile und beschreibt dann aus dem fünften Theilpunkt mit den übrigen drei Theilen als Radius einen Halbkreis, welcher die hintere Begrenzungslinie des Ofens bildet. Die Seitenbogen von hier bis an das Mundloch sind dann leicht zu finden; dieselben müssen aber gegen das Mundloch auslaufen, damit hier keine Ecken (todte Winkel) entstehen.

Das Ofengewölbe wird einen ganzen Stein stark eingewölbt. Wenn man es haben kann, so nimmt man hierzu am vortheilhaftesten feuerfeste Steine. Das Gewölbe muss mit dichten und durchaus vollen Fugen gemauert werden, weil sonst die Kanten der Steine zu leicht von der unmittelbar darauf wirkenden Feuerhitze leiden und dieses sehr leicht Veranlassung zum Abbröckeln der

Kanten gibt, wodurch das eingeschobene Brod sandig wird. An der Hinterseite des Ofens, etwa 15 bis 20 Zentimeter über dem Heerd desselben, werden in dem Gewölbe drei Oeffnungen von etwa 18 Zentimeter im Gevierte hergestellt, welche in Kanäle ausmünden, die unmittelbar oberhalb des Gewölbes hergestellt werden, wie in obiger Figur 279 angedeutet ist, und welche dazu dienen, während des Heizens des Ofens den Rauch abzuführen, wie dieses auch schon oben angeführt wurde. Diese Kanäle erhalten gleichen Querschnitt mit den erwähnten Oeffnungen, und münden dieselben in einen unmittelbar hinter der vorderen Brandmauer liegenden Querkanal aus, welcher letzterer direkt in den Schornstein einmündet, wie dieses in obiger Figur 279 durch punktirte Linien angedeutet ist. In der vorderen Brandmauer werden den Ausmündungen der Ofenkanäle in den Querkanal gegenüber Oeffnungen angebracht, die jedesmal mit einer metallenen Kapsel oder Thür geschlossen sind und dazu dienen, die Kanäle über dem Ofen reinigen zu können. Zur Regulirung des Zuges und namentlich auch zum völligen Abschluss der Kanäle nach dem Heizen, um die Wärme im Ofen möglichst lange zu erhalten, wird in dem Querkanal vor seiner Einmündung in den Schornstein eine Schossvorrichtung hergestellt, mittelst welcher der Kanal vollständig abgeschlossen werden kann.

Die Oberfläche des Ofengewölbes wird zunächst mit einer etwa 5 Zentimeter dicken Lehmschicht, die mit Kohlenklein vermengt ist, bedeckt. Darüber kommt eine Sandlage, über welcher dann ein Steinpflaster aus grösseren Steinplatten hergestellt wird.

Was den Heerd des Backofens betrifft, so wird dieser mit besonders dazu geformten Ziegelsteinen ausgepflastert. Diese Ziegelsteine oder Ziegelplatten haben gewöhnlich eine Dicke von 78 Millimeter und sind meistens 30 Zentimeter im Quadrat gross. Um den Heerd belegen zu können, wird der innere Raum zwischen dem Gemäuer mit kleinen Steinen oder Schmiedeschlacken und Sand ausgefüllt. Man sucht hierzu möglichst trockenes Material zu verwenden, um später bei Benutzung des Ofens Wärmeverlust zu verhindern. Die Ausfüllung muss sehr fest gestampft werden, damit nicht später Versenkungen in der Heerdpflasterung entstehen; dieses Feststampfen geschieht aber vor Herstellung des Ofengewölbes. Man macht den Heerd sowol vollständig wagerecht, als auch vom Mundloch ab nach hinten steigend; doch nimmt man diese Steigung nicht grösser als höchstens 3 Zentimeter auf den Meter. In obiger Figur 279 ist der Heerd wagerecht angegeben; eine geringe Steigung des Heerdes nach hinten ist aber dennoch vorzuziehen, weil einmal dadurch die Ofenheizung besser vor sich geht, ferner aber hauptsächlich dadurch eine bessere Uebersicht über den eingeschobenen Inhalt erhalten wird. Man findet auch bei einzelnen Oefen, dass der Heerd vom Mundloch ab auf eine Länge von etwa 46 bis 62 Zentimeter eine grössere Steigung erhält, so dass in dieser Entfernung vom Mundloche ab im Heerde ein Rücken entsteht. Hierdurch wird aber auch eine etwas niedrigere Lage des Mundlochs bedingt. Ist die Sandauffüllung, worauf das Heerdpflaster verlegt werden soll, bis zur genügenden Höhe abgeebnet, so wird der Heerd mit den oben erwähnten Ziegelplatten (Bäckerziegeln, Ofenplatten) in Lehm übergelegt und zwar mit möglichst engen Fugen.

Das Mundloch bei einem Backofen muss mit grosser Sorgfalt hergestellt werden. In demselben wird ein vollständiger eiserner Rahmen (Zarge) mit vermauert, an welcher später die Schliessklappe angehängt oder damit ver-

bunden wird. Der Sturz des Mundlochs wird wagerecht, gerade, und nicht in Bogenform hergestellt. Das Mundloch wird mit einer Klappe von Metall dicht geschlossen und kann man hier nun die Klappe in Form einer Thür machen oder in Form eines Schiebers, der mittelst eines Gegengewichtes an einer über einer Rolle laufenden Kette, oder mittelst einer Hebelvorrichtung leicht gehoben werden kann. Diese Einrichtungen müssen aber tüchtig gemacht werden, so dass das Oeffnen oder Schliessen der Klappe nicht erschwert oder gar gehindert werde.

Das Mundloch wird etwa 46 bis 62 Zentimeter weit und 23 bis 26 Zentimeter höchstens hoch. Die untere Platte des eisernen Rahmes, (die Schwelle oder Zarge), woran die Schliessklappe befestigt wird, muss mit der Oberfläche des Heerdes im Ofen in einer Ebene liegen, so dass sich hier kein Vorstand ergibt.

Neben dem Mundloch muss aber in der vorderen Brandmauer noch eine kleine Oeffnung hergestellt werden, welche Oeffnung „die Leuchte“ genannt wird. Diese Leuchte kommt oben mit der Höhe des Mundlochs gleich und erhält äusserlich eine Grösse von 15 bis 18 Zentimeter. Nach der inneren Seite hin wird der Querschnitt dieser Oeffnung etwas verkleinert. Diese Leuchte dient dazu, um das eingeschobene Brod übersehen zu können. Stellt man in dieselbe zur Erhellung des Inneren des Ofens brennende Leuchtspähne hinein, so muss dafür Sorge getragen werden, dass der sich hierbei entwickelnde Rauch nicht dem Ofen zugeführt werde, weil dadurch sonst das eingeschobene Brod sehr leicht räuchrig wird. Bei der jetzt immer mehr zur Anwendung kommenden Gasbeleuchtung benutzt man sehr vortheilhaft einen kleinen Gasbrenner zu diesem Zwecke. Vor der Leuchte ist an der äusseren Seite eine dicht schliessende Thür von Metall anzubringen, um hier das Ausströmen von innerer Ofenwärme möglichst zu verhindern.

Da es bei dieser Art von Backoefen stets darauf ankommt, die Wärme in denselben möglichst lange zu erhalten, so wird, wie dieses auch schon oben angeführt wurde, der innere Raum unter dem Heerde des Ofens vollständig mit Sand, Schlacken und kleinen Steinchen ausgefüllt. Wollte man statt dieser Ausfüllung unter dem Heerde ein Gewölbe herstellen, so würde dadurch nur ein schnelleres Abkühlen des Heerdes und in Folge dessen auch des inneren Ofens herbeigeführt werden, selbst auch in dem Falle, wenn der Raum vor dem Ofen sonst geheizt würde, weil dennoch die Temperatur stets bedeutend niedriger sein wird als im Ofen.

Zur Erhaltung der Seitenmauern des Backhauses, damit diese nicht durch den Seitendruck des sehr flachen Ofengewölbes ausgeschoben werden können, wird unterhalb des Heerdes eine starke Verankerung der Seitenmauern von Eisen angebracht und zwar wird dieselbe in den meisten Fällen etwa 15 Zentimeter unterhalb der zu verlegenden Heerdplatten hergestellt. Bei freistehenden Backhäusern ist eine solche Verankerung auch nach der Länge des Ofens erforderlich, so dass also hier die Ankerungen sich kreuzen.

§ 72. Die Einmauerung der Dampfkessel.

Was die Einmauerung der Dampfkessel betrifft, so richtet sich diese zunächst nach der Konstruktion der Dampfkessel selbst und ist hiervon auch die Einrichtung des Feuerraums oder des Ofens abhängig. Der Feuerraum

oder der Ofen selbst besteht, wie dieses auch schon oben allgemein angeführt wurde, aus dem Rost, dem Aschenfall und den zugehörigen Feuerzügen.

Der Feuerraum wird bei jeder Kesselfeuerung unterhalb durch den Rost und oberhalb durch die Kesselfläche begrenzt und bildet dann derjenige Theil der Kesselfläche, welche den Feuerraum unmittelbar begrenzt, die direkte Heizfläche. Nun können aber, je nachdem die Konstruktion des Kessels ist, die Seitenwandungen des Feuerraums durch Mauerwerk hergestellt werden, oder es werden dieselben von der Heizfläche des Kessels selbst gebildet, in welchem letzteren Falle der Feuerraum im Innern des Kessels selbst sich befindet. In allen Fällen sucht man aber immer, bevor die heisse Luft in den Schornstein entweicht, dieselbe zur Heizung des Kessels selbst möglichst zu benutzen dadurch, dass man dieselbe in besonders dazu hergestellten Zügen um den Kessel herumleitet. Diese Züge werden in der Ummauerung des Kessels hergestellt.

Was zunächst den Feuerraum betrifft, welcher die Bestimmung hat, das Brennmaterial aufzunehmen und zur Verbrennung zu bringen, so richtet sich die Grösse desselben nach der Art und der Menge des zu verbrauchenden Brennmaterials. Die Höhe des Feuerraums bestimmt man möglichst niedrig, um die Flamme möglichst gedehnt unter der Heizfläche des Kessels hinstreichen zu lassen. Man darf aber diese Höhe nicht unter eine bestimmte Grenze annehmen, weil sonst einmal das Schüren des Feuers erschwert werden würde, ferner aber dadurch wesentlich die Ausdehnung der erhitzten Gase gehindert werden würde. Da nun meistens das zu verwendende Brennmaterial aus Steinkohlen besteht, so genügt in den meisten Fällen eine Höhe von 34 bis 39 Zentimeter. Für Torf und Holz würde, um damit eine gleiche Hitze erzeugen zu können, die Höhe des Feuerraums wegen der dann grösseren Anhäufung des erforderlichen Brennmaterials 46 bis 62 Zentimeter betragen müssen.

Der Rost, welcher den eigentlichen Heerd bildet und unter welchem sich der Aschenfall befindet, besteht aus einzelnen neben einander liegenden Stäben, die, wie auch schon oben angeführt wurde, entweder von Schmiedeeisen, im Querschnitt quadratisch, oder besser von Gusseisen, im Querschnitt trapezförmig hergestellt werden. Zwischen den einzelnen Roststäben bleiben der Länge nach freie Zwischenräume, durch welche die zum Verbrennen erforderliche Luft in das Feuer über den Rost eindringen kann. Die Breite dieser Zwischenräume darf aber nicht zu gross sein, damit nicht unverbrannte Theile des Brennmaterials durchfallen können und ferner auch die zum Verbrennen erforderliche Luft nicht in zu grosser Menge hindurch strömt, wodurch nur eine Temperaturerniedrigung herbei geführt und der Effekt des Feuers nur beeinträchtigt werden würde. Bei Steinkohlenfeuerung nimmt man die Zwischenweite zwischen den Roststäben, wie auch schon oben angeführt wurde, gleich 8 bis 13 Millimeter an. Die Roststäbe sind oben etwa 3 bis 4 Mal breiter, so dass die totale Rostfläche $3^1/_2$ bis 4 Mal grösser wird als die hohle.

Was die Länge des Rostes betrifft, so ist schon oben angeführt, dass dieselbe höchstens 1,88 bis 2,19 Meter angenommen wird. Bei gewöhnlichen Kesselanlagen rechnet man in der Regel $^1/_3$ der Kessellänge für die Länge des Rostes. Die einzelnen Roststäbe müssen so eingesetzt oder eingemauert sein, dass sie sich nach ihrer Längenrichtung genügend ausdehnen könnnen, und zu diesem Zwecke lässt man sie an den Enden 39 bis 52 Millimeter frei. Diese Einrichtung ist desshalb notwendig, weil sonst während der Er-

hitzung die einzelnen Stäbe sich sehr leicht krümmen und dadurch die hohlen Zwischenräume gedichtet werden würden, wodurch aber dann der genügende Luftzutritt zum Feuer gestört und ausserdem auch eine zu grosse Ansammlung von Asche oberhalb des Rostes stattfindet, welches beides nur eine lebhafte Verbrennung hindern würde.

Der Rost reicht, wie dieses auch schon oben angeführt, nicht bis unmittelbar an die Heizöffnung, sondern es bleibt noch ein freier Raum vor dem Roste zwischen diesem und der Heizthür, welche mit der sogenannten Feuerplatte, die hier aus Gusseisen hergestellt ist, bedeckt wird.

Den Rost legt man gewöhnlich horizontal nach seiner Länge; doch findet man auch, dass derselbe eine nach hinten etwas geneigte Lage hat, wodurch man einmal ein leichteres Beschicken des Feuers bewirken will, ferner aber will man auch dadurch erreichen, dass der eintretende Luftstrom besser auffällt, welches letztere aber wegen der geringen Neigung des Rostes, welche auf jeden Meter Länge desselben 19 bis höchstens 32 Millimeter beträgt, wol nur in sehr geringem Grade stattfinden wird.

Die Heizöffnung, welche wesentlich nur dazu dient, um neuen Brennstoff einzutragen, das Feuer zu schüren und den Rost zu reinigen, wird durch eine eiserne Thür geschlossen, welche meistens von Gusseisen hergestellt ist. Die Heizthür ist in einem gusseisernen Rahmen aufgehängt, welcher mit dem Umfassungsmauerwerk des Kessels fest verbunden ist und dessen unteres Rahmstück (Schwelle) mit der Feuerplatte verschraubt wird. Ist die Feuerung im Innern des Kessels angebracht, so wird der Rahmen mit dem Kessel selbst verbunden. Wird die Feuerplatte nur schmal, was in dem zuletzt erwähnten Fall gewöhnlich stattfindet, so wird, um die Heizthür gegen die Feuerhitze im Feuerraum zu schützen, dieselbe im Innern mit einer Schutzplatte versehen, welche in einem Abstande von 4 bis 5 Zentimeter von der eigentlichen Heizthür mit derselben durch Stifte verbunden wird. Der Zweck dieser Schutzplatte ist einmal eine Abkühlung möglichst zu vermeiden, ferner aber hauptsächlich zu verhindern, dass die eigentliche äussere Heizthür von der starken Hitze direkt leide und sich krumm ziehe und verbiege.

Die Feuerbrücke schliesst die Hinterseite des Feuerraums ab und hat den Zweck, den Durchgang der Flamme zu verengen, damit hier eine möglichste Vermengung der eindringenden Luft mit den brennenden Gasarten stattfindet. Dieselbe wird aus feuerfestem Mauerwerk hergestellt und dient in ihrem unteren Theil gleichzeitig zur Unterstützung des Rostes und zum Abschluss des Aschenfalls. Diese Feuerbrücke wird bis zu einer Entfernung von etwa 14 bis 16 Zentimeter von der Kesselfläche aufgeführt. Man darf aber diese Oeffnung über der Feuerbrücke, zwischen dieser und der Kesselfläche nicht kleiner als $^4/_5$ der gesammten freien Oeffnung der Rostfläche machen.

Der Aschenfall unter dem Roste wird an der Vorderseite in den wenigsten Fällen geschlossen, damit die Luft möglichst freien Eintritt unter die Roststäbe hat. Derselbe wird so breit als der Rost und reicht gewöhnlich hinten bis an das Mauerwerk der Feuerbrücke. Es ist zweckmässig, den Aschenfall möglichst tief zu machen, damit die ausstrahlende Wärme der herabfallenden glühenden Kohlenstückchen weniger nachtheilig auf die Roststäbe wirke.

Was die Anordnung der Züge oder Feuerkanäle betrifft, so ist diese zunächst abhängig von der Konstruktion des Kessels. Unter allen Umständen sucht man aber, um die Feuerwärme, ehe sie in den Schornstein entweicht,

möglichst zu benutzen, dieselbe durch um den Kessel möglichst lang geleitete Züge bis zum Schornstein zu führen, so dass sie bis dahin noch einen grossen Theil ihres Wärmestoffs an die Wandungen des Kessels, mit welchen sie in Berührung kommt, abgeben muss. Diese Züge bestehen entweder aus einem fortlaufenden Kanal, der wenigstens an einer Seite von der Kesselfläche begrenzt wird, oder man theilt diese Züge, sobald die Flamme aus dem Feuerraum über die Feuerbrücke in den Hauptzug eingetreten ist, und führt diese Züge dann getrennt um den Kessel herum bis zum Schornstein, wo sie in den Fuchs, welcher die Verbindung der Züge mit dem Schornstein bildet, wieder zusammentreffen und in den Schornstein eingeleitet werden. Der Querschnitt dieser Züge darf nicht zu eng sein, damit die Geschwindigkeit der durchströmenden Luft nicht zu gross wird und hierdurch der Reibungswiderstand an den Wandungen des Kanals zu bedeutend werden würde, wodurch der Abzug des Rauchs nur gestört würde.

Ist die Konstruktion des Kessels in der Art, dass die Feuerung im Innern desselben angebracht wird, so führt man den Zug ungetheilt entweder herabwärts unter den Kessel bis nach vorne und lässt ihn hier getheilt nach beiden Seiten aufsteigend in horizontale neben dem Kessel zu beiden Seiten desselben liegende Kanäle einmünden, welche am hinteren Ende des Kessels in dem gemeinschaftlichen Fuchs wieder zusammentreffen und dann in den Schornstein eingeleitet werden. Oder man theilt den Zug, sobald die Flamme über die Feuerbrücke in denselben eintritt am hinteren Ende des Kessels, führt dann die Züge zu beiden Seiten des Kessels bis nach vorne, führt sie hier abwärts und vereinigt sie alsdann wieder in einem Zuge unterhalb des Kessels, welcher Zug dann in den Schornstein eingeleitet wird. Die erstere Einrichtung der Züge ist aber jedenfalls vorzuziehen, weil dadurch die grösste Hitze zunächst unter den Boden des Kessels geleitet und somit jedenfalls auch ein grösserer Nutzeffekt erlangt wird. Die hierbei stattfindende weniger starke Erhitzung an den Seitenwänden des Kessels ist weniger nachtheilig und gibt zugleich bis zu einem gewissen Grade noch eine Sicherheit, dass das Erglühen der Kesselwand daselbst nicht zu schnell stattfinden kann, wenn der Wasserstand im Kessel bis unter die lichte Höhe der Feuerzüge sich senken sollte. Was die Höhenlage dieser Feuerzüge betrifft, so ist es baupolizeiliche Vorschrift, dass die um einen Dampfkessel gelegten Feuerzüge an ihrer höchsten Stelle mindestens 10 Zentimeter unter dem im Dampfkessel festgesetzten niedrigsten Wasserspiegel liegen. Man kann nun den ungetheilten Zug entweder in einem fortgesetzten Zug um den Kessel herumführen, oder man kann denselben, wie dieses schon oben angeführt ist, theilen und zu beiden Seiten des Kessels dann entgegengesetzt herumführen und beide Züge dann im Fuchs wieder zu einem Zuge vereinigen und diesen alsdann in den Schornstein einführen.

Die Züge, welche zur Seite des Kessels oder unter demselben liegen und somit zum Theil durch Mauerwerk begrenzt werden, müssen im Innern so glatt als möglich hergestellt werden, und es ist ferner auch darauf zu sehen, dass die Decke der zur Seite des Kessels liegenden Züge sich selbst trage ohne sich gegen den Kessel zu stützen und diesen als Widerlager zu benutzen. Diese gemauerten Züge werden von feuerfesten Steinen hergestellt, weil gewöhnliche Mauerziegel bei der grossen Hitze sehr leicht abbröckeln und in Folge dessen eine sehr häufige Erneuerung der Züge erforderlich werden würde. Die Züge sucht man soviel als möglich steigend zu machen, ohne

jedoch dieselben bis über die vorschriftsmässige Höhe unterhalb der Wasserstandslinie im Kessel hinauszuleiten. Den Fuchs oder den Einleitungskanal in den Schornstein darf man unter keinen Umständen abwärts ziehen, sondern es muss derselbe wenigstens in wagerechter Richtung in den Schornstein eingeführt werden; am vortheilhaftesten ist es jedenfalls denselben steigend in den Schornstein einzuführen, weil dann gleichzeitig auch die mit fortgerissenen Kohlen- und Aschentheilchen mit fortgeführt werden und nicht vor der Einmündung in den Schornstein sich ablagern und dadurch den Zug stören. Dieser Fuchs wird vor seiner Einmündung in den Schornstein mit einem sogenannten Register versehen, welches aus einer gusseisernen Platte besteht, die an einer über eine Rolle laufenden Kette befestigt ist und in einer eisernen Zarge sich bewegt. Durch Herunterlassen dieser Platte kann die Einmündung in den Schornstein vollständig abgeschlossen werden. Die Zarge muss jedoch so eingesetzt werden, dass dadurch der Querschnitt des Fuchses nicht verengt wird. Dieses Register dient dazu, den Zug des Feuers zu reguliren. Wenn der Kessel ausser Thätigkeit gesetzt werden soll, so wird das Register vollständig geschlossen, um die Abkühlung des Kessels möglichst zu verhindern.

Die Züge müssen an der vorderen Seite des Kessels mit Reinigungsöffnungen versehen werden, um die Reinigung der umlaufenden Züge vornehmen zu können. Diese Oeffnungen werden meistens mit starken gusseisernen Klappen geschlossen. Der untere Zug unter dem Kessel wird am vorderen Ende durch die Ummauerung des Ablassrohrs, welches an der tiefsten Stelle des Kessels angebracht wird, abgeschlossen, und um nun auch hier die Reinigung des unteren Zuges vornehmen zu können, werden zu beiden Seiten des Ablassrohrs in dem bezüglichen Mauerwerk Oeffnungen angebracht, die ebenfalls mit gusseisernen Klappen geschlossen werden.

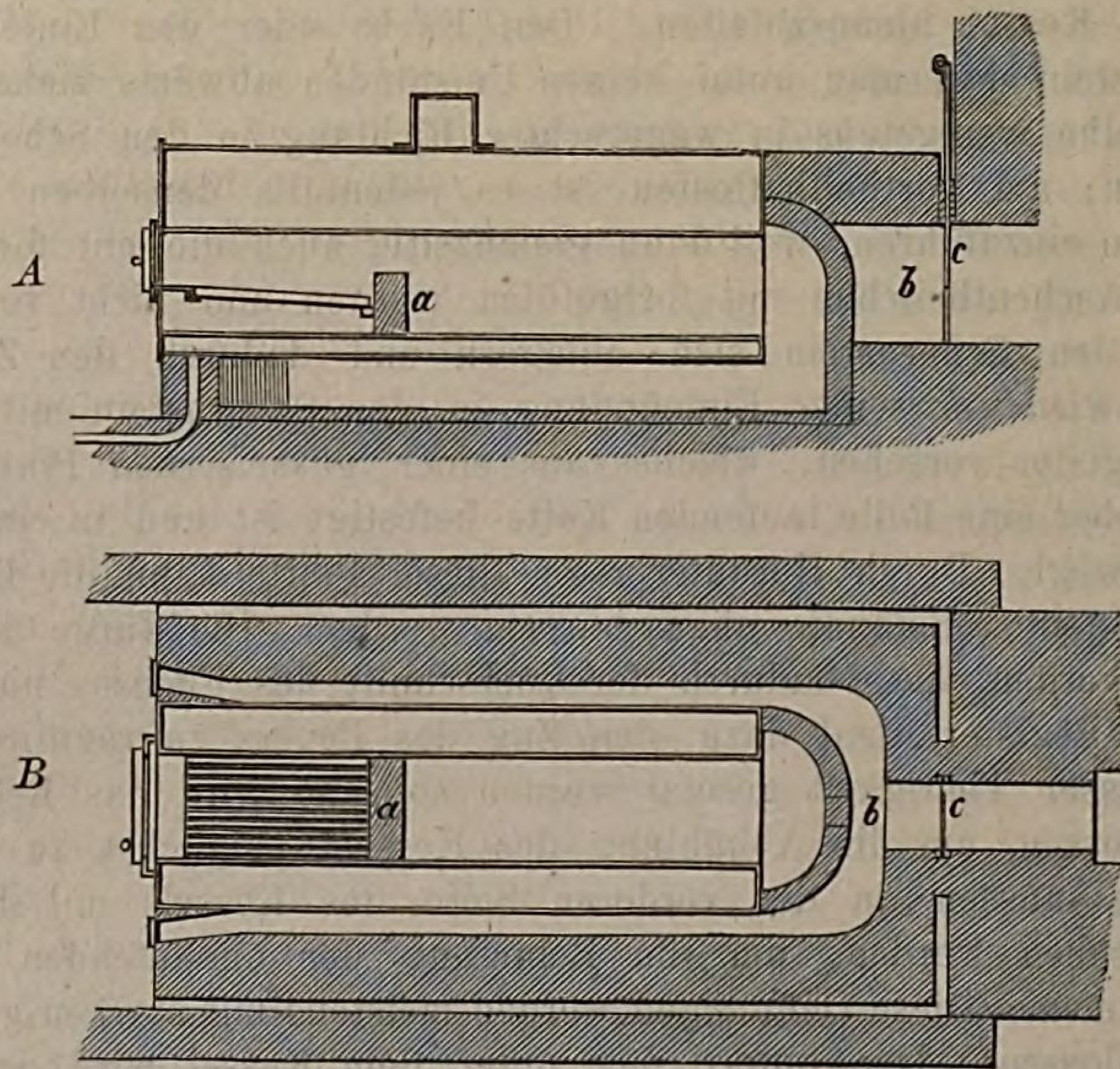
Das Mauerwerk, welches den Kessel und die Züge umgibt und das Rauch- oder Rauhgemäuer des Kessels genannt wird, muss bei grösseren Kesseln ausser den feuerfesten Steinen, die die Züge begrenzen, noch eine Stärke von mindestens zwei Steinen erhalten. Bei kleineren Kesseln macht man dasselbe mit Einschluss der Züge mindestens zwei Steine stark. Dieses Rauhgemäuer darf niemals mit einer Mauer im Fabrikgebäude zusammen verbunden aufgeführt werden, und noch weniger darf ein Feuerkanal in eine Wand des Gebäudes eingelegt oder eingebunden werden. Das bezügliche Reichsgesetz über Anlage von Dampfkesseln bestimmt es auch ausdrücklich, dass zwischen dem Rauhgemäuer des Kessels und der Umfangswand des Gebäudes, worin der Kessel aufgestellt ist, ein Zwischenraum von mindestens 8 Zentimeter Breite hergestellt werden muss, welcher zwar oben abgedeckt und an der vorderen Seite des Kessels geschlossen werden kann.

Bei Einmauerung des Kessels pflegt man denselben etwas geneigt zu legen und zwar derart, dass er von hinten nach vorne ein geringes Gefälle erhält. Dieses Gefälle wird aber nur geringe und zwar auf jeden laufenden Meter des Kessels 6 bis höchstens 9 Millimeter.

Die obere Rundung des Kessels bleibt bis auf etwa 47 Zentimeter frei von Mauerwerk, weil hier das Mannloch und die übrigen Garnituren des Kessels angebracht sind. In nachstehenden Figuren 280 A B ist die Einmauerung eines Dampfkessels mit einer inneren Feuerung im Grundriss und im Durchschnitt dargestellt.

Die Feuerluft tritt hier über die Feuerbrücke a, welche aus feuerfesten Steinen gemauert wird, in die Röhre des Kessels und aus dieser am Ende

Figur 280.



des Kessels in den unter demselben befindlichen Kanal. In diesem wird die Feuerluft unter den Boden des Kessels fortgeleitet und theilt sich am vorderen Ende des Kessels durch in den Seitenwänden des Kanals angebrachte aufwärts gehende Oeffnungen in die zu beiden Seiten des Kessels liegenden Züge, welche sich am hinteren Ende des Kessels im Fuchs b wieder vereinigen und durch diesen in den Schornstein eingeleitet werden. Bei c ist das Register zur Regulirung des Zuges angebracht. Das Uebrige ist nach dem Bisherigen leicht aus den bezüglichen Figuren zu entnehmen.

Bei grösseren Kesseln mit doppelten Feuerungen im Innern, die dann im Innern des Kessels in gleicher Höhe neben einander liegen, wird die Feuerluft aus beiden Feuerungen über die jedesmalige Feuerbrücke in die beiden Röhren des Kessels und aus diesen am hinteren Ende des Kessels in einen unter dem Boden desselben fortgeführten Kanal eingeleitet. Dieser Kanal geht bis zum vorderen Ende des Kessels und wird hier dann in gleicher Weise, wie in den vorstehenden Figuren 280 A B angedeutet ist, in zwei zu beiden Seiten des Kessels liegende Kanäle getrennt, welche beide Kanäle sich am hinteren Ende des Kessels in den gemeinschaftlichen Fuchs wieder vereinigen.

Weitere sehr interessante Mittheilungen über Rauchverbrennungs-Einrichtungen findet man in der Preisschrift des Dr. *A. Seyferth* in den Mittheilungen des sächsischen Ingenieur-Vereins. Zweites Heft. 1860.

Zehntes Kapitel.

§ 73. Die Dach- oder Hauptgesimse.

Das Dach- oder Hauptgesimse bildet bei den gewöhnlichen Gebäuden die obere Bekrönung der Frontmauern und schliesst diese an der Stelle ab, wo das Dach anfängt.

Man hat aber ausserdem noch Gurt- oder Bandgesimse, welche zwar ebenfalls als architektonischer Zierrat anzusehen sind und wesentlich dazu dienen, die Abtheilungen der verschiedenen Stockwerke anzudeuten oder grössere Flächen horizontal abzuschneiden und in dieser Weise die sonst entstehende Monotonie zu heben. Dieselben treten aber im Ganzen verhältnissmässig nur sehr wenig aus der Mauer vor, so dass die Herstellung derselben keinerlei Schwierigkeiten unterworfen ist. Nur muss hierbei noch besonders bemerkt werden, dass, falls diese Gurt- oder Bandgesimse aus Sandstein hergestellt werden, dieselben ausser ihrem Vorstand noch eine solche Breite als Auflager erhalten müssen, dass nach Verlegung der einzelnen Stücke ein Ueberkippen derselben auch ohne weitere Vermauerung schon nicht mehr stattfinden kann.

Ferner hat man auch die Gesimse über Thür- oder Fensteröffnungen, welche insbesondere Verdachungen genannt werden. Auch diese sind wesentlich als architektonischer Zierrat anzusehen und ebenfalls verhältnissmässig nur wenig ausladend. Es gilt auch hierbei dasselbe, was von den Gurt- und Bandgesimsen gesagt ist.

Das Dach- oder Hauptgesimse dagegen, welches einen Abschluss des Gebäudes bilden soll und gleichzeitig auch die Dachrinne enthält, in welcher das Dachwasser aufgefangen und abgeleitet wird, wird bedeutend kräftiger gehalten und besteht dasselbe in den gewöhnlichen und meisten Fällen aus dem Obergesimse und dem Untergesimse. Das Obergesimse enthält wesentlich den Karnies (Rinnleiste) und darunter die hängende Platte, welche beide Glieder aber durch kleinere Zwischenglieder noch wieder getrennt werden können. Das Untergesimse kann einfach oder zusammengesetzt gehalten werden, wie es der übrigen Architektur des Gebäudes angemessen ist. Es kann demnach auch aus mehreren oder weniger Gliedern zusammengesetzt sein, und können darin Zahnschnitte, Konsolen, Sparrenköpfe und dergleichen vorkommen.

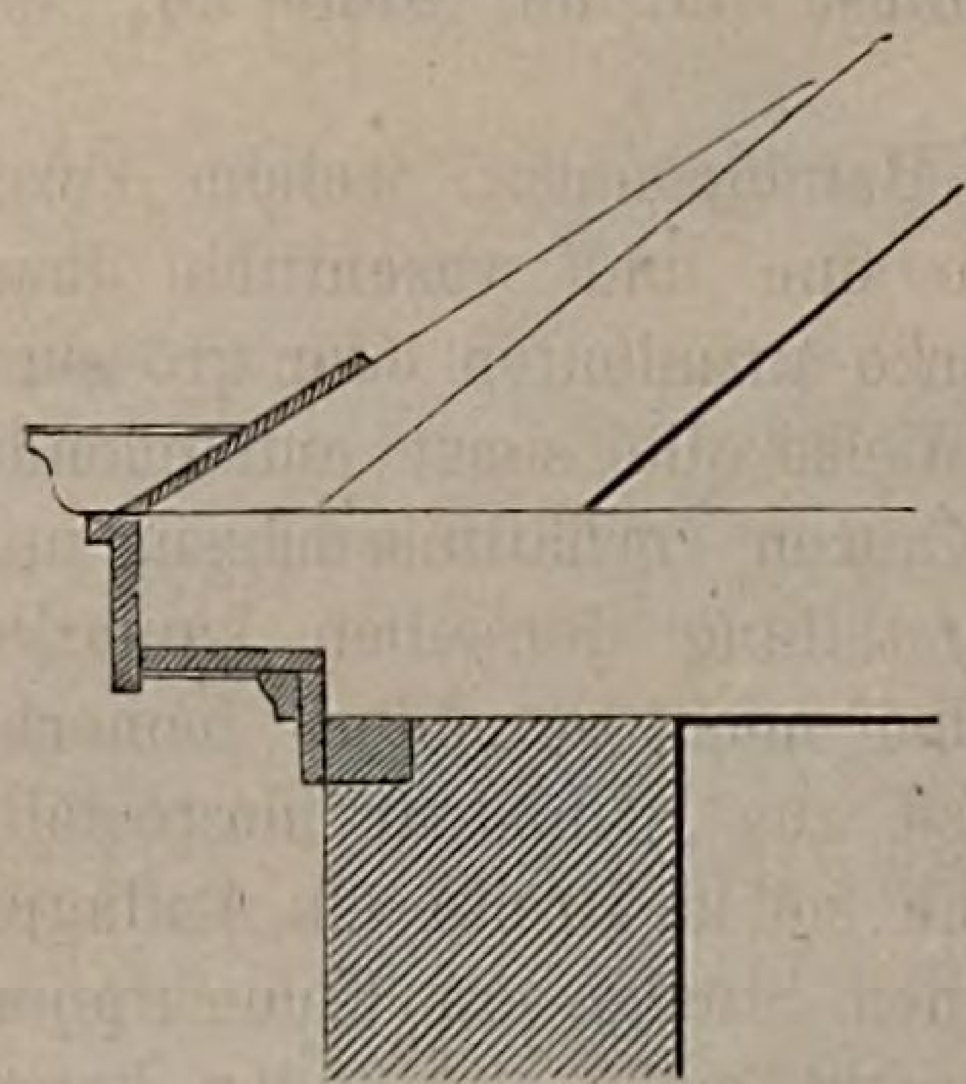
Das Hauptgesimse wird entweder aus Holz, Sandstein, gewöhnlichen Mauersteinen oder aus besonders geformten und gebrannten Gesimsziegeln hergestellt.

Wird das Hauptgesimse von Holz hergestellt, so werden die Balkenköpfe oder die Sparrenköpfe, je nachdem die Konstruktion des Daches ist, unmittelbar dazu benutzt, das äussere hölzerne Gesimse mittelst Nägeln oder Holzschrauben daran zu befestigen, und treten zu diesem Zwecke die Balken oder Sparren mit ihren Kopfenden soweit über die Mauer vor, als die festgestellte Ausladung des Gesimses solches bedingt. Die Unterglieder eines solchen Gesimses können auch entweder von Holz hergestellt, oder sie können auch gemauert werden, in welchem letzteren Falle die Profilirungen der Gesimsleisten dann daran in Kalk- oder Zementmörtel ausgezogen werden.

Zur Ableitung des Dachwassers über ein solches Holzgesimse muss die Fläche der Dachbedeckung mindestens 15 bis 20 Zentimeter über die vordere Gesimsplatte hinweg ragen, wo dann das Wasser in einer vorgehängten Dachgosse aufgefangen und abgeleitet wird.

Statt dieser angehängten Dachgossen, welche dem beabsichtigten Zwecke jedenfalls am besten entsprechen, aber ein sehr schlechtes Ansehen haben, wendet man auch vielfach die sogenannten Gesimsgossen an, welche dann das oberste Glied, den Karnies bilden. In diesem Fall wird aber der Tropfenfall der Dachfläche eingezogen und bleibt innerhalb der Hängeplatte. Es wird jedoch dann auch das Gossenblech soweit bis zur Dachfläche hinauf verbreitert, dass im Fall einer etwaigen Verstopfung der Dachgosse das Wasser aus derselben nicht in das Innere des Gebäudes treten kann, sondern dann über den äusseren Rand der Gesimsgosse abfliessen muss. Diese Anordnung ist in nebenstehender Figur 281 näher dargestellt.

Figur 281.



Im Allgemeinen wendet man die hölzernen Gesimse nicht so häufig mehr an, einmal wegen der grösseren Feuergefährlichkeit, indem sie bei Ausbrechen von Feuersbrünsten das Feuer leichter verbreiten, und ferner, weil sie weniger leicht dauerhaft sind und stets gut unter Oelfarbenanstrich gehalten werden müssen. Im Uebrigen aber sind sie erheblich leichter auszuführen und leichter zu repariren, als die massiven Gesimse. Auch haben sie noch den Vortheil, dass sie bei stattfindendem Brande für die mit Löschen beschäftigten Arbeiter erheblich weniger gefährlich sind als die massiven Gesimse.

In einzelnen, jedoch nur sehr seltenen Fällen findet man, dass die hölzernen Gesimse äusserlich mit Kalk- oder Zementabputz überzogen sind. Eine solche Herstellung ist übrigens eine durchaus fehlerhafte und verwerfliche, weil unter dem im Aeusseren angebrachten Mörtelputz das Holz sehr rasch und binnen verhältnissmässig kurzer Zeit verfault und der Putz alsdann herabfällt, wodurch Vorübergehende sehr leicht beschädigt werden können.

Werden die Gesimse massiv hergestellt, entweder aus Sandstein oder aus Mauerziegeln, so ist zunächst das Hauptaugenmerk darauf zu richten, dass der Schwerpunkt des Gesimses nicht ausserhalb der Mauer fällt, sondern innerhalb derselben zu liegen kommt, um ein vollständiges Gleichgewicht des Gesimses zu erhalten, wo dagegen im ersteren Falle schon besondere Vorkehrungen, als Verankerungen und dergleichen getroffen werden müssen, um ein Ueberkippen der vortretenden Gesimstheile zu verhindern.

Werden die Gesimse von Sandstein hergestellt, so ist es sehr leicht zu erreichen, dass der Schwerpunkt derselben ganz innerhalb der Mauer liegt, wenn man die einzelnen Steine von solcher Grösse wählt, dass sie in ihrer vollen Stärke noch über die innere Mauerfläche in das Innere des Daches hinein überragen.

Schwieriger ist es aber, wenn die Gesimse aus Mauersteinen hergestellt werden. In diesem Falle ist es notwendig, da die vortretenden Gesimse nur durch Auskragungen der einzelnen Mauerschichten hergestellt werden können, dass der Vorsprung des Gesimses möglichst beschränkt werde, so dass abgesehen von einer etwaigen Ueberkragung des Mauerwerks über die innere Mauerfläche, der Schwerpunkt des mit der hinteren Mauerfläche lothrecht abgeschnittenen Gesimstheils unter allen Umständen noch innerhalb der Mauerfläche treffe. Eine fernere Verstärkung und Sicherung des Gesimses ist noch

dadurch zu erreichen, dass auf dem Obertheil des Gesimses eine etwa 47 bis 62 Zentimeter hohe Attika aufgemauert werde, welche aber nicht über die lothrechte Fläche der Hauptmauer vortreten darf; hier wird alsdann durch die vergrösserte Last des hinteren Theils des Gesimses ein Ueberkippen der vortretenden Gesimstheile noch mehr verhindert und der Schwerpunkt des Gesimses mehr nach Innen gerückt. Hierbei ist aber vor allen Dingen notwendig darauf zu achten, dass nach der Stärke der Mauer ein durchaus richtiger Mauerverband eingehalten werde und namentlich ist darauf zu sehen, dass die tragenden Steine wenigstens mit ihrer halben Länge in den hinteren Mauerkörper eingreifen und hier festliegen, weil sonst leicht ein Ueberkippen der auskragenden Schichten stattfinden kann. Man darf hierbei aber durchaus nicht die Festigkeit und schnelle Bindekraft des verwendeten Mörtels zu sehr berücksichtigen, wie dieses in neuerer Zeit nicht selten vorgekommen ist und Veranlassung zu Ausführungen sehr gewagter Konstruktionen gegeben hat. Eine sorgfältige Vermauerung der einzelnen Steine ist hierbei nichtsdestoweniger durchaus notwendig und zwar um so mehr, da die Gesimse jedenfalls den direkten Einflüssen der Witterung mehr ausgesetzt sind als die übrigen Mauern. Es ist daher auch zweckentsprechend, wenn man zum Vermauern einen nicht schnell bindenden hydraulischen Mörtel (Zement- oder Trassmörtel) verwendet; man erzielt durch Anwendung eines solchen Mörtels jedenfalls auch eine sorgfältigere Vermauerung der einzelnen Steine, und ferner verhindert man dadurch die Herstellung künstlicher Monolithen, welche manchen Architekten zu sehr gewagten Konstruktionen veranlasst, die durch geringe Ursachen zum Umsturz gebracht werden können.

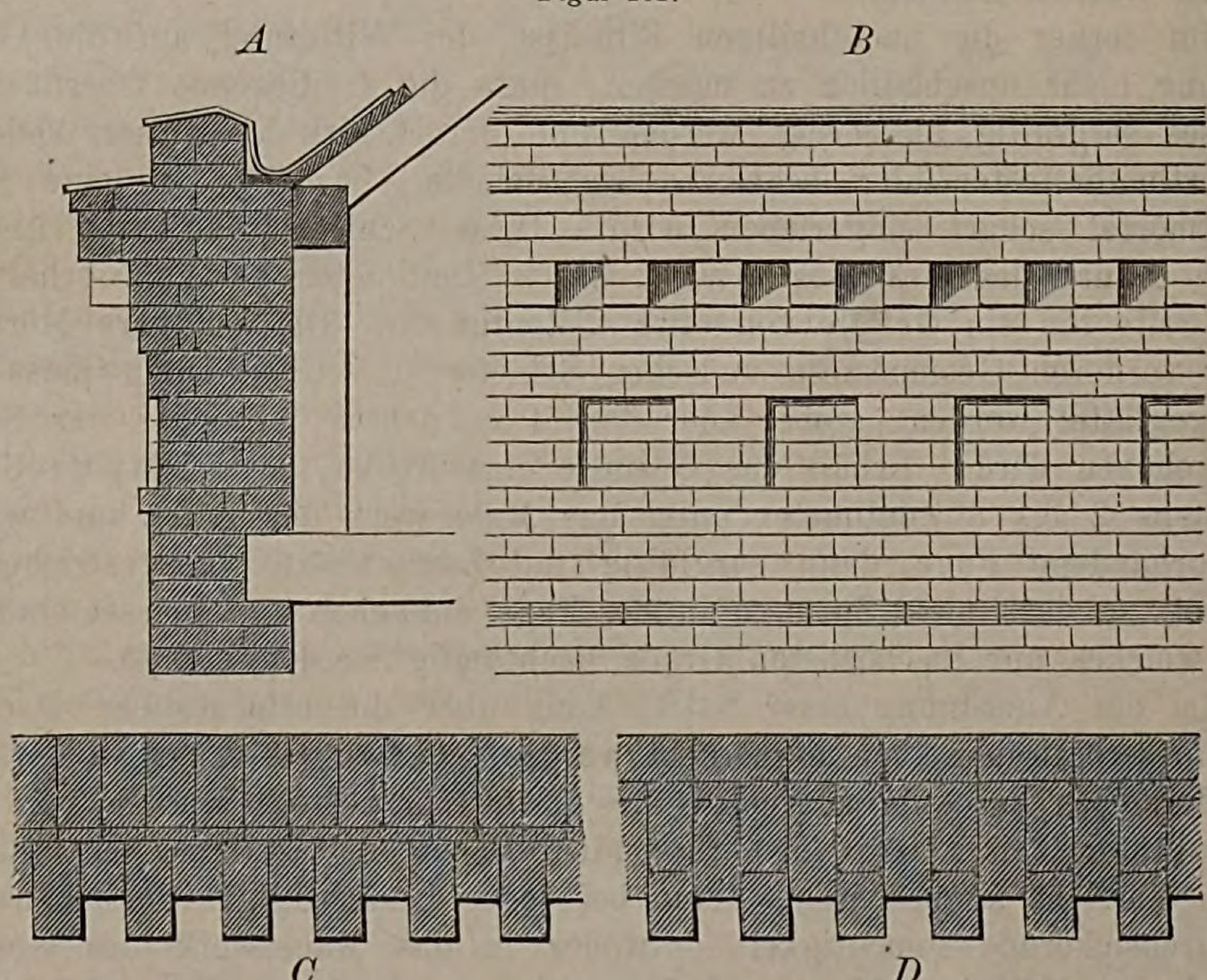
Um ferner die nachtheiligen Einflüsse der Witterung auf die Gesimsmauerung mehr unschädlich zu machen, muss die freiliegende Oberfläche des Gesimses sorgfältig abgedeckt werden und eignet sich zu dieser Abdeckung am vortheilhaftesten der schwarze Dachschiefer, welcher in eine Schicht Zementmörtel scharf eingerieben wird. Diese Schieferdecke ragt über die vordere Kante des Gesimses etwa 2 bis 3 Zentimeter vor und erhält nach dieser Seite hin ein Gefälle von etwa 2 Zentimeter. Die sichtbare Mörtelfuge an der vorderen Gesimskante zwischen Schiefer und Gesimsstein muss sorgfältig geglättet werden, wobei aber darauf zu achten ist, dass der Schiefer nicht gehoben wird. Erhält das Gesimse eine Attika, so reicht der Schiefer mindestens 2 bis 3 Zentimeter unter das Mauerwerk der Attika und wird die hier vorhandene Fuge dann sorgfältig mit Zementmörtel ausgestrichen und geglättet, so dass nicht Sprünge in der Fuge entstehen und Wasser eindringen kann, welches nur im höchsten Grade nachtheilig werden könnte.

Bei der Anordnung einer Attika kann aber die erforderliche Dachgosse nicht ausserhalb derselben angebracht werden, sondern sie muss an der innern Seite derselben am unteren Auslauf des Daches hergestellt werden. In Betreff dieser hinter der Attika anzubringenden Dachgosse ist aber ebenfalls die grösste Vorsicht zu beachten, denn bei jeder Undichtigkeit derselben dringt die durchsickernde Feuchtigkeit entweder in das Mauerwerk des Gesimses, wodurch der Mörtel erweicht und das Gesimse dann beschädigt wird, oder es dringt die Feuchtigkeit in das Innere des Gebäudes, welches beides immer im höchsten Grade nachtheilig werden kann. Damit auch bei angehäuften Schnee in der Dachgosse und bei plötzlich eintretenden scharfen Thauwetter das Wasser aus der Gosse nicht über den inneren auf der Dachfläche liegenden Gossenrand in das Gebäude eindringen kann, so ist es notwendig, dass dieser

Rand so hoch an der Dachfläche hinaufreicht, dass derselbe die obere Kante der Attika mindestens 13 bis 15 Zentimeter überragt, so dass das etwa sich ansammelnde Wasser in der Dachgosse dann über die Attika nach Aussen hin abfliessen kann. Diese Vorsicht wird aber aus übertriebener Sparsamkeit sehr häufig unbeachtet gelassen und erst dann wird der Gossenrand erhöht, wenn bereits ein Eindringen des Wassers in's Innere des Gebäudes stattgefunden hat. Zur besseren Erhaltung der Dachgosse und gleichzeitig auch derselben ein genügendes Auflager zu geben, legt man auf den Mauerabsatz hinter der Attika, zwischen dieser und dem unteren Auslaufe des Daches eine starke Bohle, welche durch starke eiserne Bügel an die Sparren befestigt wird. In dieser Bohle wird das Gefälle, welches die Gosse erhalten soll und welches stets nur geringe ist, ausgearbeitet, oder man kann auch der Bohle selbst das nötige Gefälle geben und dieselbe dann in dieser Lage an die Sparren befestigen. Eine geringe Aushöhlung der Bohle findet immer statt, in welche Aushöhlung dann die Metallgosse eingelegt wird. Der äussere Rand der Dachgosse wird dicht an die Wand der Attika angelegt und darüber hinweg bis etwas über die äussere Kante derselben fortgeführt. Durch in der Mauer befestigte Bügel von Zink wird dann diese Ueberdeckung der Attika befestigt und festgehalten.

In nachstehenden Figuren 282 A B C D ist ein gemauertes Gesimse im Querschnitt, in der Ansicht und in verschiedenen Grundrissen, in welchen letzteren der bezügliche Mauerverband näher angegeben ist, dargestellt.

Figur 282.

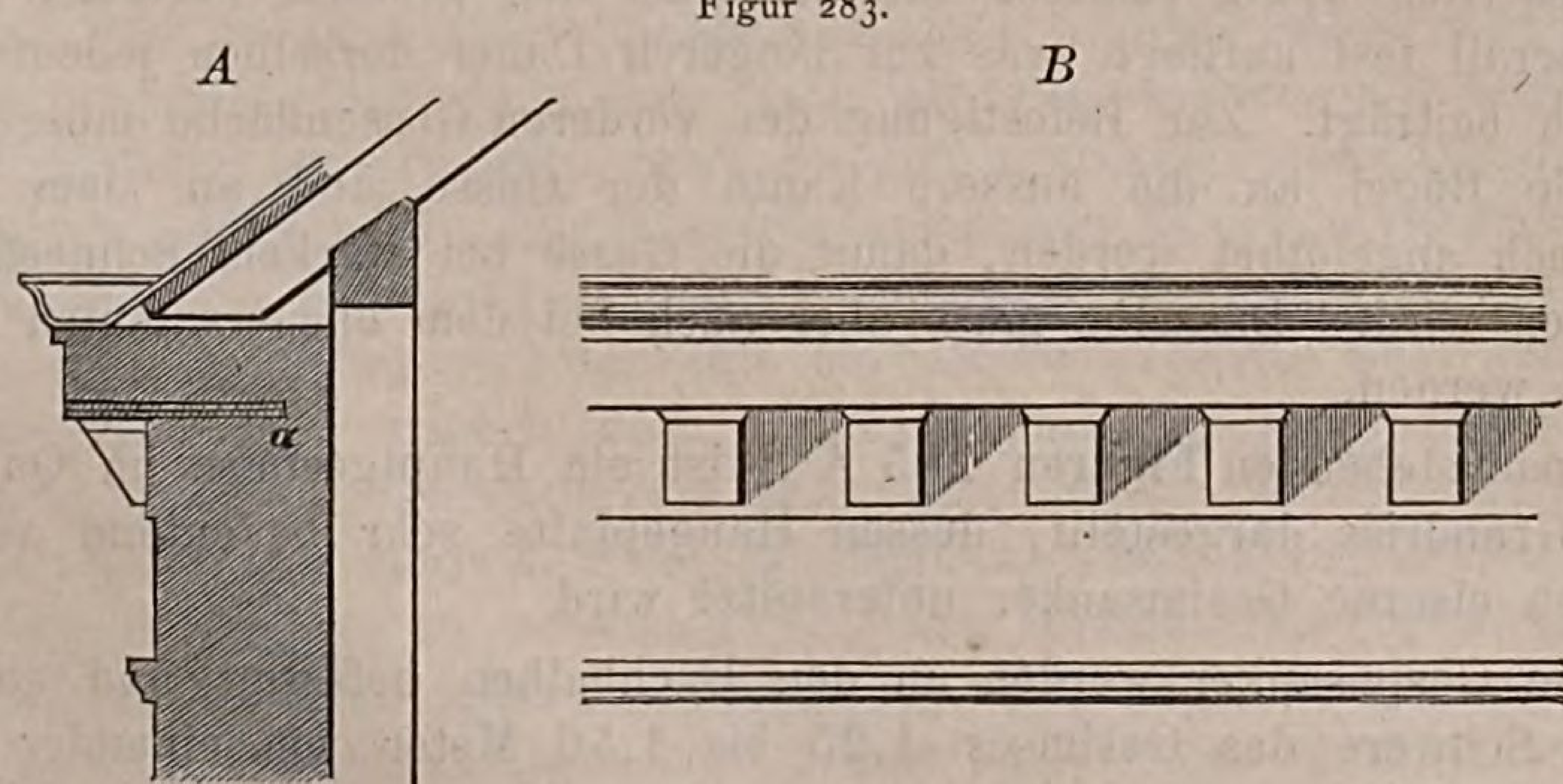


Einer weiteren Erklärung dieser Figuren bedarf es nicht, indem aus näherer Vergleichung der betreffenden Figuren die Anordnung leicht zu ersehen ist.

In diesen vorstehenden Figuren sind die vortretenden Theile durch ausgekragte Unterschichten vollständig unterstützt. Man stellt aber auch die

Unterstützung der Obergesimse bei solchen Gesimsen, die später mit Putz überzogen werden, dadurch her, dass man starke Schieferplatten auf die Mauer legt. Diese Schieferplatten müssen so weit auf der Mauer liegen, dass der vortretende freiliegende Theil derselben eine erheblich geringere Breite hat als der auf der Mauer liegende, so dass, wenn die Gesimsschichten vollständig aufgemauert sind, der hintere Theil den vortretenden Theil des Gesimses vollständig im Gleichgewicht erhält und somit ein Ueberkippen des vortretenden Theils ganz verhindert wird. Die Einhaltung des richtigen Mauerverbandes dieser oberen Gesimsschichten ist aber durchaus notwendig. Werden diese Schieferplatten durch ausgekragte gemauerte Schichten, die später ebenfalls mit Putz überzogen werden und Unterglieder bilden, unterstützt, so wird dadurch jedenfalls eine vortheilhafte Unterstützung des Obergesimses erhalten; man darf aber in diesem Falle die Schieferplatten wegen der Untermauerung nicht schmäler machen, also weniger breit auf der Hauptmauer aufliegen lassen, denn dann würde die Unterstützung der Hängeplatte oder des Obergesimses keineswegs verstärkt, sondern jedenfalls eher geringer werden und beim etwaigen Ueberkippen des vortretenden Gesimstheils würden die ausgekragten Unterschichten ebenfalls diesem Ueberkippen folgen. In vielen Fällen bleibt aber auch eine solche Untermauerung ganz weg, und man bringt unter der Hängeplatte Konsolen, Sparrenköpfe oder sonstige Verzierungen an, die aus Zementguss hergestellt sind. Diese Konsolen oder Sparrenköpfe werden dann mit Zementmörtel angesetzt. Zu aller Vorsicht schlägt man auch wol an der bezüglichen Stelle vorher einen grossen eisernen Nagel oder Haken in die passende Mauerfuge, worauf dann die Konsole oder der Sparrenkopf gleichzeitig mit aufgehängt wird. Diese untergesetzten Verzierungen tragen aber zur Unterstützung der Hängeplatte durchaus nicht bei, sondern sie können sogar, wenn sie nur mit Zementmörtel angesetzt sind, sehr leicht gefährlich werden, indem bei einem etwaigen Setzen des Gebäudes und dadurch entstehenden ungleichen Druck der Hängeplatte auf eine solche angesetzte Konsole, diese letztere sehr leicht abgedrückt werden kann und dann notwendig herabfallen muss. In nachstehenden Figuren 283 A B ist ein solches Gesimse im Querschnitt und in der Ansicht dargestellt, wo im Querschnitt der betreffende Schiefer mit a bezeichnet ist.

Figur 283.

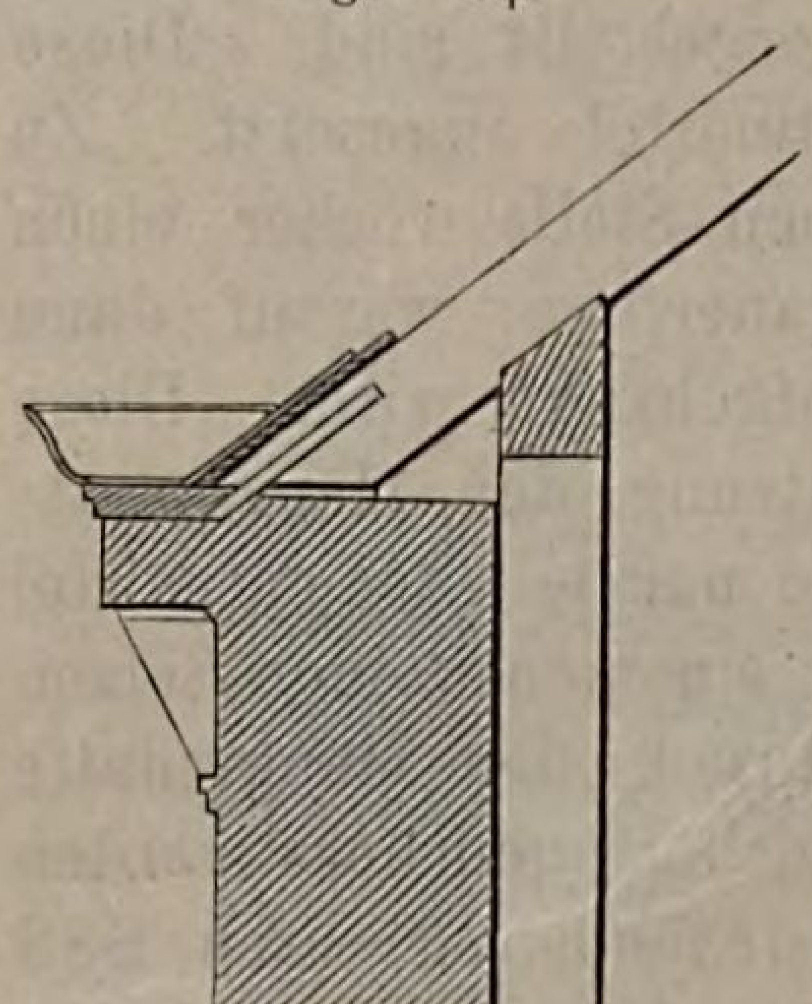


Da auf diesen Schieferplatten ein späterer Abputz nicht haltbar ist, so ist gleich beim Verlegen derselben darauf Rücksicht zu nehmen; es ist zu dem Ende die untere sichtbar bleibende Oberfläche der Schieferplatte vor der

Verlegung derselben sorgfältig zu schleifen, damit dieselbe eine glatte Ansicht erhält und ferner sind die einzelnen Steine an ihren Kanten sauber zu behauen, so dass möglichst schmale und dicht schliessende Fugen erhalten werden. Bei dieser Gelegenheit muss aber ferner noch erwähnt werden, dass bei Verlegung der Schieferplatten auch notwendig auf das Gefüge derselben Rücksicht genommen werden muss, und zwar müssen dieselben so gelegt werden, dass ihr Längengefüge rechtwinkelig auf die Richtung der Frontmauer trifft und nicht parallel mit derselben läuft, weil in diesem letzteren Falle sehr leicht ein Bruch der Steine erfolgen kann und in Folge dessen ein Herabsturz der Gesimse stattfindet, selbst wenn auch sonst alle Vorsichtsmaassregeln genügend beachtet sind.

Bei dem hier angegebenen Fall liegt die Dachgosse, welche den Karnies bildet, auf der oberen Gesimsplatte, und muss dieselbe durch starke auf die Dachschalung festgenagelte Gossenbügel in ihrer Lage erhalten werden, damit bei starkem Winde dieselbe nicht gehoben werden kann. Das nötige Gefälle der Dachgosse ist im Innern derselben durch Auflöthung eines doppelten Bodens herzustellen. Aeusserlich darf dasselbe nicht sichtbar sein, weil dadurch nur ein schlechtes Aussehen hervorgebracht werden würde.

Figur 284.



In nebenstehender Figur 284 ist ein anderer Fall dargestellt.

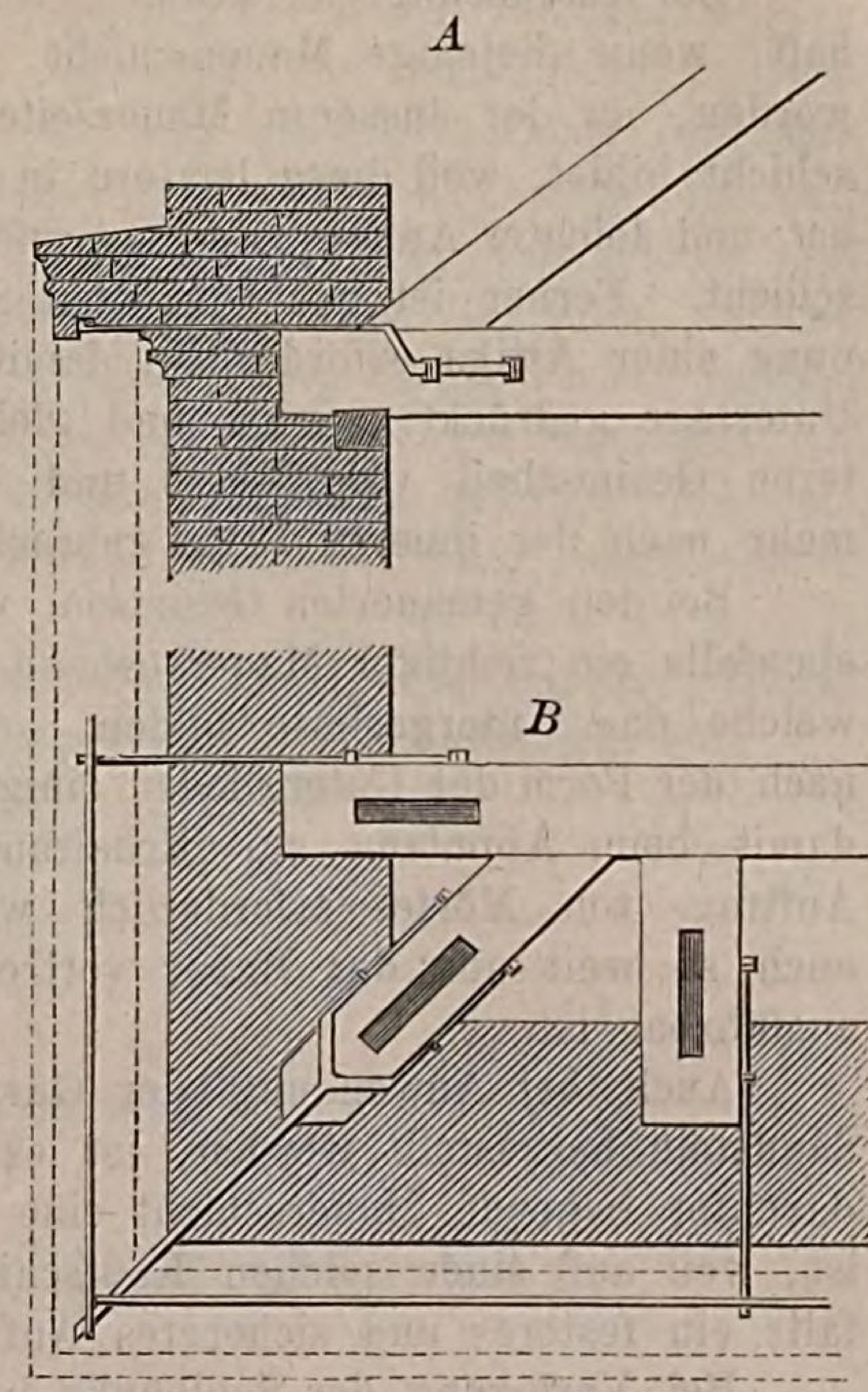
Auf der Mauerung der Hängeplatte liegt eine starke Bohle, welche mittelst starker eiserner Bügel an den Sparren befestigt wird, wodurch dieselbe eine feste Lage erhält. Die Bohle wird auf ihrer Oberfläche nach dem Gefälle, welches die Gosse erhalten soll, ausgehöhlt. An der unteren Kante der Gosse wird in gleichem Abstande von der oberen Kante derselben, also parallel damit ein Streifen angelöthet, welcher die untere kleine Platte des Rinnleisten (Karnies) vorstellt. Diese Platte verdeckt bei Legung der Gosse die untergelegte Bohle vollständig und wird an der äusseren Kante dieser Bohle festgenagelt, wodurch das Holz gleichzeitig verdeckt wird. Das Gefälle der Gosse wird somit äusserlich wenig sichtbar und hat man den grossen Vortheil, dass die Gosse überall fest aufliegt, was zur längeren Dauer derselben jedenfalls sehr wesentlich beiträgt. Zur Befestigung der vorderen Gossenfläche müssen starke horizontale Bügel an die äussere Kante der Gosse und an dem hinteren Gossenblech angelöthet werden, damit die Gosse bei starkem Schneefall nicht ausgebogen wird. Dasselbe muss aber auch bei dem obenerwähnten Fall angewendet werden.

In nachstehenden Figuren 285 A B ist ein Hauptgesimse im Querschnitt und im Grundriss dargestellt, dessen Hängeplatte sehr bedeutend vorspringt und durch eiserne Gesimsanker unterstützt wird.

Diese Gesimsanker werden an den Dachbalken befestigt und werden je nach der Schwere des Gesimses 1,25 bis 1,56 Meter von einander entfernt angebracht. Ueber diese Anker werden eiserne Stangen gelegt, worauf die unteren Steine der Hängeplatte mit ihrer vorderen Kante zu liegen kommen; am hinteren Ende ruhen diese Steine auf dem vortretenden Untergesimse. Damit die aufgelegten Stangen nicht ausweichen können, erhalten die Gesims-

anker an ihrem vorderen Ende einen mehrere Zentimeter aufstehenden Haken, hinter welchem die Stange dicht angeschoben wird.

Figur 285.



Liegt die Hängeplatte höher als die Balkenlage, so müssen die Anker gekropft werden, wie dieses auch in vorstehender Zeichnung angedeutet ist.

Um die Anker und die darüber gelegten eisernen Stangen nicht vortreten zu lassen, was beim späteren Abputz der Gesimse nur nachtheilig sein würde, werden die darauf treffenden Steine an der bezüglichen Stelle so viel ausgehauen, dass ein späteres Vorstehen der eisernen Stangen nicht mehr sattfindet.

Wenn nun mit Anwendung dieser eben erwähnten eisernen Gesimsanker einem auszuführenden Hauptgesimse auch eine sehr bedeutende Ausladung gegeben werden kann, ohne Rücksicht darauf zu nehmen, ob der Schwerpunkt des Gesimses auch in anderer Weise genügend unterstützt sei und ohne weitere Gefahr des Herabstürzens dadurch hervorzurufen, so möchte dennoch zu untersuchen sein, wenn einmal der Karakter der Architektur des Gebäudes ein so schweres weit ausragendes Gesimse erfordert, ob es nicht ebenso zweckmässig ist, das Gesimse von Sandsteinplatten herzustellen, bei welchem dann die Gesimsanker vollständig überflüssig sind, wenn den Steinen eine solche Länge gegeben wird, dass sie die Mauer, worauf das Gesimse gelegt wird, nach hinten noch überragen und demnach der Schwerpunkt des Gesimses zur Genüge unterstützt wird. Eine jede Erschütterung, die durch Wind im Dache entsteht, theilt sich unmittelbar der Balkenlage, worauf das Dach steht, mit, wenn auch nur in sehr unbedeutendem Maasse. Diese selbst sehr geringen Erschütterungen erleiden dann aber auch die Gesimsanker, auf welchen der vollständig starre Gesimskörper ruht, der hierdurch aber jedenfalls auch mehr oder weniger leiden wird. Berücksichtigt man nun ferner, dass das Gesimse den Einflüssen der Witterung sehr bald bedeutend ausgesetzt ist, so ist auch leicht zu erkennen, dass mit der Zeit ein solches Gesimse sehr häufige Reparaturen erforderlich machen wird. Auch im Fall eines ausbrechenden Feuers in einem solchen Gebäude würde die grösste Gefahr für die Löschmannschaften entstehen. Diese Anordnung, weit ausladende Gesimse durch Gesimsanker mit der inneren Balkenlage zu verbinden, um das fehlende Gleichgewicht zu ersetzen, ist daher unter allen Umständen als eine fehlerhafte zu bezeichnen und in vielen polizeilichen Bauverordnungen ist dieselbe auch verboten. Es ist überhaupt in diesem Falle auch unter allen Umständen zweckentsprechender, die Gesimse von Sandsteinplatten herstellen zu lassen, selbst wenn dadurch auch ein grösserer Kostenaufwand erforderlich wird.

Bei Ausführung der Gesimse von Sandstein ist es jedenfalls sehr vortheilhaft, wenn diejenige Mauerschicht, worauf die Sandsteine unmittelbar gelegt werden, an der äusseren Mauerseite eine Kopfschicht und nicht eine Läuferschicht bildet, weil diese letztere in solchem Falle nicht eine solche feste Lage hat und leichter Anlass zum Ausweichen oder Ueberkippen gibt als eine Kopfschicht. Ferner ist auch bei den Sandsteingesimsen unerlässlich die Anordnung einer Attika erforderlich, damit die einzelnen Gesimssteine fest auf ihre Unterlage gedrückt werden und gleichzeitig auch das Gegengewicht des hinteren Gesimstheil vergrössert und dadurch der Schwerpunkt des Gesimses mehr nach der inneren Seite gebracht wird.

Bei den gemauerten Gesimsen, welche später geputzt werden sollen, muss ebenfalls ein richtiger Mauerverband eingehalten werden. Die Mauerschichten, welche das Untergesimse bilden sollen, müssen an der vorliegenden Kante nach der Form der Unterglieder einigermaassen vorher zurecht gehauen werden, damit beim Abputzen zur Erhaltung der Gliederprofilirung kein zu dicker Auftrag von Mörtel erforderlich wird. Diese Unterglieder müssen daher auch so weit aus der Mauer vortreten, dass ein solcher Mörtelabputz noch ausführbar ist.

Auch bei Anwendung der Gurt- oder Bandgesimse, wenn solche von Sandstein hergestellt werden, ist es sehr vortheilhaft, wenn die unmittelbar darunter liegende Mauerschicht eine Kopfschicht und nicht eine Läuferschicht ist, weil auf einer solchen Kopfschicht die nur schmalen Bandgesimse jedenfalls ein festeres und sichereres Auflager erhalten.

Bei Verlegung der Sohlbänke in Fenstern, ob dieselben eine Fortsetzung der Bandgesimse bilden oder ob sie nur in den Fenstern verlegt werden, ist darauf zu achten, dass dieselben nicht durchstreckend voll untermauert werden, weil sonst bei geringem Setzen der Pfeiler die Sohlbänke sehr leicht durchspringen. Man legt sie daher nur an ihren Enden fest und füllt den hohlen Raum unter denselben erst beim späteren Abputz des Gebäudes vollständig aus, wo man dann voraussetzen kann, wenn überall mit Vorsicht gebaut ist, dass ein weiteres Setzen nicht stattfinden wird.

Bei Thür- und Fensterverdachungen von Sandstein wird der Zwischenraum zwischen diesen und den darüber gemauerten Thür- oder Fensterbogen auch erst beim Abputzen des Gebäudes ausgefüllt und bis dahin stehen beide Theile nur an ihren Enden in unmittelbarer Berührung mit der Ummauerung. Bei dieser Anordnung können bei einem etwa stattfindenden Setzen des Gebäudes diese Konstruktionstheile in ihrer Mitte keinen Druck erleiden, welcher sonst unfehlbar einen Bruch dieser Verdachungen nach sich ziehen würde.

Werden die Gebäudemauern im Aeusseren mit Plinthen (Sockeln) von Sandstein oder Granit versehen, so ist zunächst erforderlich, dass das Fundament diejenige Breite erhält, dass die Plinthensteine in ihrer vollen Stärke ganz auf der Fundamentmauer stehen. Die Hintermauerung muss unmittelbar dicht an die Plinthentseine anschliessen und mit vollen Mörtelfugen gegengemauert werden. Zum Vermauern verwendet man jedenfalls am zweckmässigsten stark hydraulischen Mörtel, welcher nicht durch die ausschwitzende Feuchtigkeit des Steins bei Witterungswechsel leidet. Diese Plinthensteine müssen eine solche Stärke erhalten, dass das darüber aufzuführende Mauerwerk die obere Kante des Steins um mindestens 8 Zentimeter überdeckt. Die auf der oberen Kantenfläche der Plinthensteine einzulegenden eisernen Klam-

mern, mittelst welcher sie mit der Hintermauerung verbunden werden, müssen mit Blei in den Stein vergossen werden. Schwefel oder Gips hierzu zu verwenden, ist durchaus verwerflich. Gips wird durch die fortwährende Feuchtigkeit im Steine sehr leicht zersetzt, derselbe wird weich und schmierig und wirkt im höchsten Grade nachtheilig auf das Eisen. Bei Anwendung von Schwefel zum Vergiessen hat sich vielfach gezeigt, dass der Stein an der Stelle, wo die Vergiessung stattgefunden hat, abgesprengt wird, welches durch die Oxydation des Eisens in Folge der Einwirkung des Schwefels auf dasselbe bewirkt wird, indem hierbei jedenfalls eine Ausdehnung des mit Schwefel umhüllten Eisens stattfindet. Dieser Nachtheil kann aber später nicht wieder verbessert werden.

Nach der Längenrichtung ist eine Verbindung der gegeneinander gestellten Plinthensteine durch eiserne Klammern nicht weiter erforderlich.

Elftes Kapitel.

Die Eindeckung der Dächer.

§ 74. Allgemeines.

Die Anforderungen, welche man an ein gutes Dach zu machen hat, bestehen darin, dass dasselbe vollständig dicht ist und keinen Regen oder Schnee eindringen lässt; ferner die hinreichende Festigkeit gegen Sturm darbietet und endlich von Aussen feuersicher ist. Diese äussere Feuersicherheit kann sich jedoch nur wesentlich darauf beziehen, dass die äussere Dachfläche vollständig gegen Flugfeuer schützt, so dass dasselbe nicht in das Innere des Gebäudes eindringen kann, dagegen das Deckmaterial auch nicht durch etwa darauffallende glühende Kohlen entzündet wird. Ist aber das Feuer bei einem stattfindenden Brande so nahe, dass auch die Dachfläche äusserlich von der Flamme beleckt wird, so ist in den wenigsten Fällen eine vollständige Sicherheit anzunehmen, weil bei einem Ziegeldache die Ziegel durch die Hitze sehr leicht springen und dann die Flammen mit dem inneren Holzwerk in unmittelbare Berührung kommen. In noch höherem Grade aber findet dieses bei Schieferdächern statt, wo dann noch der grosse Nachtheil hinzukommt, dass die Schiefer sehr dünne sind, sehr leicht abspringen und zwar noch leichter als die Ziegel und dass in den meisten Fällen zwischen den Schiefern und der Dachverschalung eine Lage von Theer- oder Harzpappe zwischen gelegt ist, welche in Verbindung mit der dichter liegenden hölzernen Dachverschalung noch um so viel leichter in Brand geräth. Eine Feuersicherheit von Innen bei unseren gewöhnlichen Dächern zu verlangen, ist ein Unding und bedarf keiner weiteren Widerlegung.

Diejenigen Dächer nun, von denen hier die Rede sein soll, sind die Ziegeldächer, weil diese gewöhnlich von Maurerleuten hergestellt werden. Das Eindecken der Schieferdächer wird dagegen nur von den Schieferdeckern besorgt.

Die zum Eindecken der Dächer zu verwendenden Ziegel kommen in verschiedenen Sorten und Formen vor, wovon bereits in § 10 näher die Rede war, und macht dieses auch notwendig eine verschiedene Eindeckung erforderlich. Es müssen aber unter allen Umständen die Dächer stets eine solche Neigung erhalten, dass das Wasser rasch abfliesst, weil sonst bei zu geringem Gefälle das Wasser durch etwa darauf wirkenden Wind in die Fugen der Deckung und so in das Innere eingetrieben werden würde. Die geringste Neigung, welche man einem Ziegeldache geben kann, ist, vorausgesetzt, dass es ein Satteldach ist, wenn man die senkrechte Höhe desselben gleich einem Dritttheil der ganzen Breite des Hauses annimmt. Ist von einem Pultdache die Rede, so muss die Höhe des Daches oder die hohe Wand gleich zwei Dritttheilen der Breite des Hauses angenommen werden.

Die verschiedenen Dächer, welche hier näher in Betracht zu ziehen sind, sind die Pult- oder Schleppdächer mit einer hohen und senkrechten Wand und einer geneigten Dachfläche, das Sattel- oder Giebeldach mit zwei gegen einander geneigten Dachflächen und endlich das Walmdach, bei welchem alle vier Dachflächen gegen einander geneigt sind.

Die obere Kante bei diesen Dächern, wo die gegen einander geneigten Flächen nach horizotaler Richtung zusammentreffen, heisst der First des Daches. Derselbe muss jedesmal besonders eingedeckt werden und hat man hierzu eine besondere Art von Dachziegeln, nämlich die First- oder Hohlziegel, wovon in § 10 ebenfalls bereits die Rede war. Bei den Walmdächern bilden sich aber ausserdem die geneigten Walmkanten oder schlechtweg Walme genannt, welche ebenfalls nur mit diesen First- oder Hohlziegeln eingedeckt werden können, welche dann die offene Rinne zwischen den beiden gegeneinander liegenden schräg abgeschnittenen Dachflächen bedecken.

Soll ein Dach genügend gegen Eindringen von Feuchtigkeit schützen, sowie auch ferner genügend fest gegen Sturmeinwirkungen sein, so ist vor allem erforderlich, abgesehen von der Festigkeit der Dachkonstruktion selbst, dass die einzelnen Ziegelreihen beim Einhängen sich genügend weit überdecken. Bei einem guten Dache beträgt diese Ueberdeckung der einzelnen Ziegelreihen wenigstens 10 Zentimeter und ist demgemäss auch hiernach die Einlattung der Dächer zu bestimmen. Die Dachlatten werden nach horizontaler Richtung quer über die Dachsparren in bestimmten Entfernungen von einander aufgenagelt, welches entweder die Maurerleute besorgen oder aber meistens von den Zimmerleuten ausgeführt wird. Die Entfernung der Latten von einander richtet sich wesentlich nach der Grösse der Dachziegel, welche aber in allen Fällen nicht immer gleich ist. Es ist daher vor der Einlattung die Grösse der Dachziegel anzugeben und hiernach dann die Eintheilung der Latten vorzunehmen. Bei denjenigen Dächern, die mit Biberschwänzen eingedeckt werden sollen, ist die Entfernung der Latten von einander je nach der auszuführenden Eindeckung schon bestimmt vorgeschrieben und hat das Ebengesagte also auf diese Dächer nicht weiter Bezug.

Stehen die einzelnen Sparren sehr weit von einander entfernt, so müssen die zu verwendenden Latten schon sehr stark genommen werden, wenn die später darüber herzustellende Dachbedeckung nicht im höchsten Grade durch die Einwirkung heftiger Winde auf dieselbe leiden soll. Man sollte die Weite der Sparren von Mitte zu Mitte zweckmässig nicht grösser als höchstens 1,09 Meter annehmen. Es ist aber ferner und namentlich bei grösseren hohlen Räumen ganz besonders darauf zu sehen, dass das innere Dach (die Dach-

konstruktion) gehörig fest und stabil ist und nicht durch jeden darauf einwirkenden Windstoss erschüttert wird und in Bewegung kommt, weil in solchem Falle, selbst bei der sorgfältigsten Eindeckung das äussere Dach oder die Dachbedeckung nicht haltbar werden kann.

Zum Belatten der Dächer bedient man sich dreierlei Arten von Latten. nämlich gewöhnliche Latten, Mittellatten und sogenannte Mühlenlatten. Die erste Sorte, die gewöhnlichen Latten haben nur eine rechtwinkelige Kante und haben im Uebrigen sehr viele Baumkante; ihre Stärke ist etwa 35 Millimeter und ihre Breite etwa 65 bis 78 Millimeter. Sie sind sehr unregelmässig sowol in Hinsicht ihrer Stärke als auch ihrer Breite, und daher sind sie auch nur in ganz untergeordneten Fällen anwendbar. Die sogenannten Mittellatten, von denen zu beiden Seiten die gewöhnlichen Latten abgeschnitten sind, sind regelmässiger; dieselben haben eine gleiche Stärke von 35 Millimeter und eine durchschnittliche Breite von za. 68 Millimeter. Diese Sorte von Latten ist schon zweckmässig anwendbar, wenn die Weite der Sparren von einander das oben angegebene Maass nicht überschreitet. Diese Mittellatten werden sehr häufig von den Händlern noch besonders sortirt und die besseren dann als Mühlenlatten verkauft. Die sogenannten Mühlenlatten sind durchweg kantig und regelmässig; dieselben haben eine Stärke am 39 Millimeter und eine Breite von mindestens 78 Millimeter. Bei allen Dacheindeckungen wo es wesentlich auf gute Ausführung ankommt, sollte man stets nur diese dritte Sorte von Latten (sogenannte Mühlenlatten) verwenden. Die hierdurch entstehenden Mehrkosten, welche verhältnissmässig nur gering sind, sind binnen einigen Jahren durch die dadurch erzielte grössere Haltbarkeit der Dachbedeckung wieder vollständig erspart.

Soll ein Satteldach eingedeckt werden, so werden, nachdem die Einlattung an beiden Seiten des Daches vollständig hergestellt ist, die dazu zu verwendenden Dachziegel auf beiden Dachflächen vorläufig lose eingehängt in der Weise, wie sie später eingedeckt werden sollen, welches auch schon desshalb zweckmässig und erforderlich ist, um das Einregnen in das Innere des Gebäudes, sobald dasselbe gerichtet und das Dach eingelattet ist, zu verhindern. Man kann dann an einer Seite des Daches mit dem Eindecken den Anfang machen und die ganze Seite regelmässig eindecken, ohne Gefahr zu laufen, dass dadurch eine bedeutend ungleiche Belastung und in Folge davon ein bedeutend ungleicher Seitenschub zum Nachtheil der Dachkonstruktion entstehen wird, weil an beiden Seiten des Daches fast gleich vieles Deckmaterial aufgehängt ist. Eignen sich übrigens die Dachziegel dazu, dass an beiden Seiten des Daches von einem Ende her zugleich eingedeckt werden kann, so ist dieses in sofern sehr vortheilhaft, weil dann gleichzeitig für die eingedeckten bis zum Dachfirst hinaufgeführten Ziegelreihen die nötigen Firstziegel eingedeckt werden können. Beim Eindecken wird jeder einzelne Dachziegel, ehe er eingehängt wird, ausgeklungen, indem man mit der Kelle daran schlägt und nach dem hellen und reinen Klange beurtheilen kann, ob derselbe einen Riss hat oder nicht. Ist derselbe schadhaft, so muss er unter allen Umständen zurückgesetzt und darf nicht zur äusseren Dachbedeckung verwendet werden. Neue Dachziegel haben sehr häufig die Eigenschaft, wenn sie eingedeckt sind, dass sie in der ersten Zeit bei Regenwetter eine Menge Feuchtigkeit anziehen und dieselbe an ihrer inneren Fläche als Tropfen abgeben. Wenn die Dachziegel aber sonst gut gebrannt sind, welches schon aus der gleichmässigen Farbe und aus dem hellen und reinen Klang, den sie beim Anschlagen geben, zu

erkennen ist, so hat dieses keinen weiteren Nachtheil, indem die feineren Poren sich sehr bald dichten und dann, wenn nicht besondere undichte Stellen, als sogenannte Sandlöcher in dem Ziegel sind, gegen den Regen ganz dicht halten. Diese Sandlöcher entstehen dadurch, wenn kleine Kieselsteinchen oder sonstige fremdartige Bestandtheile in dem Ziegelthon vor dem Brennen der Ziegel vorhanden gewesen und nicht beseitigt worden sind. Derartige Ziegel müssen beim Eindecken der Dachflächen auch zurückgestellt werden, weil sie später bei Regenwetter fortwährend das Wasser ins Innere des Gebäudes eindringen lassen.

Die Firstziegel, welche die gegen einander liegenden Dachflächen an ihren oberen Kanten überdecken, müssen so gelegt werden, dass dieselben sich jedesmal mindestens 78 Millimeter überdecken, wie dieses in den weiter unten folgenden Figuren auch näher dargestellt ist. Hierbei hat man aber ausserdem zu berücksichtigen, dass die freiliegende Stirn des überdeckenden Firstziegels nicht direkt der Richtung der vorherrschend stattfindenden Regen- und Sturmwinde entgegensteht, weil hierdurch dann einmal die Kalkfuge zwischen den beiden Ziegeln zu erheblich leidet, ferner aber auch leicht Veranlassung ist, dass die Ziegel einzeln herabgeworfen werden. Dieses findet aber in erheblich geringerem Grade statt, wenn die Ziegel so gelegt sind, dass der Regen- und Sturmwind nur wesentlich den Rücken derselben trifft.

Damit die Firstziegel die Kanten der gegen einander liegenden Dachflächen genügend überdecken, muss die Einlattung so angeordnet werden, dass die oberste Dachlatte nicht weiter als 52 Millimeter vom First abwärts, d. h. von der Oberkante des Sparrenschlitzes abwärts, auf die Sparren aufgenagelt wird. Der nach dem Eindecken der Dachziegel sich oben am First ergebende Zwischenraum wird beim Auflegen oder Eindecken der Firstziegel mit trocknen Dachziegelscherben bis etwa zur Oberkante der Dachziegel dicht ausgelegt. Hierüber wird Kalkmörtel aufgeworfen und die schmale Fläche mit Steinscherben noch weiter ausgedrückt. Hierauf wird dann der Firstziegel, nachdem er im Innern tüchtig angenässt und mit Kalkmörtel ausgestrichen und auf die Ausfüllung des Zwischenraums ebenfalls noch Kalkmörtel ausgebreitet ist, möglichst dicht aufgerieben, so dass der Firstziegel eine volle Unterlage und in Folge dessen ein festes Lager erhält; alsdann werden die zu beiden Seiten und vorn an der Stirn entstehenden Fugen des Firstziegels mit Mörtel dicht ausgestrichen und mit der Kelle tüchtig geglättet. Man findet mehrfach angeführt, dass die Firstziegel zu mehrerer Festigkeit mit grossen eisernen Nägeln festzunageln seien. Diese Angabe verdient aber keine Berücksichtigung und ist durchaus verwerflich. Eine grössere Haltbarkeit des eingedeckten Firstes wird dadurch in keiner Weise erzielt, denn durch das Einschlagen des Nagels würde man allen eingestrichenen Mörtel in dem Firstziegel gleichzeitig mit ablösen; allein in den wenigsten Fällen wird man auch mit einem Firstziegel in der Weise auf einen Sparren treffen, dass derselbe darauf festgenagelt werden könnte. Bei etwa entstehender Beschädigung des Firstes dringt aber alles Wasser, welches das Nagelloch im Ziegel durchlässt, in das obere Ende des Sparrens und entsteht hier dann leicht Fäulniss desselben.

Die an den Walmen der abgewalmten Dächer sich ergebenden Kanten müssen ebenfalls mit Firstziegeln eingedeckt werden. Damit aber die eingedeckten Dachziegel diesem Eindecken der Firstziegel nicht hinderlich werden können, werden die an den abgeschrägten Walmkanten einzudeckenden Dachziegel nach der Richtung der Walmkanten, soweit es erforderlich ist, vermit-

telst einer Kneifzange abgekniffen. Da aber hierbei sehr häufig der Dachziegel soweit abgekniffen werden muss, dass auch die Nase, mit welcher er sonst auf die Dachlatte aufgehängt wird, wegfällt, so wird der gehörig zugerichtete Dachziegel auf die Dachlatte aufgenagelt. Die auf die Walmen verlegten Firstziegel leiden stets sehr leicht sowol durch Regen als auch durch Sturm, und wegen ihrer schrägen Lage rutschen sie sehr leicht herab und werden dann herabgeworfen, in welchem Falle aber dann der Regen leicht eindringt und der Gratsparren dadurch sehr stark leidet und leicht verfault. Um dieses aber zu verhindern und dafür eine festere Lage des Firstziegels zu erhalten, werden auf die obere Kante des Gratsparrens Streifen von etwa 2,5 Zentimeter breitem Bandeisen so aufgenagelt oder mit Holzschrauben darauf befestigt, dass das Bandeisen nicht nur den nächst unteren Firstziegel festhält, sondern auch über diesen hinweggehend, den überdeckenden Firstziegel befasst, indem er über dessen untere Steinkante herumgebogen wird, so dass derselbe nunmehr nicht abrutschen und auch nicht abgehoben werden kann.

Um beim Eindecken des Walms nicht zu viel Kalk verwenden zu müssen, um eine volle Unterlage der Firstziegel zu erhalten, indem hier derselbe bei Verwendung einer grösseren Menge zum Festliegen des Walmfirstes durchaus nicht beiträgt, sondern eher schädlich wirkt, nagelt man vor Eindecken der Dachflächen auf den Rücken des Gratsparrens eine starke Latte, gegen welche seitwärts die Dachlatten anstossen und wodurch der später beim Eindecken entstehende Zwischenraum mehr oder weniger ausgefüllt wird. Auf dieser Latte werden auch die erwähnten Streifen Bandeisen befestigt. Hierüber legt man dann die Firstziegel in ähnlicher Weise, wie dieses schon oben näher angegeben wurde. Durch diese eben erwähnte Ausfüllung des Zwischenraums zwischen den Dachziegelflächen erlangt man gleichzeitig auch noch den grossen Vortheil, dass die aufzunagelnden Bandeisenbügel kürzer werden und in Folge dessen auch eine grössere Festigkeit erhalten. Das Festnageln der Firstpfannen auf den Gratsparren mit grösseren eisernen Nägeln, wie solches mannichfach vorgeschlagen wird, ist durchaus nicht zu empfehlen, indem dadurch keineswegs die notwendige feste Lage der einzelnen Ziegel erlangt wird und ferner die durch starkes Auftreiben des Firstziegels erlangte augenblicklich feste Lage beim Eintreiben des Nagels sofort wieder zerstört wird, welches letztere aber namentlich für die spätere Festigkeit des Walms von grösstem Nachtheil ist. Ebenso ist es nachtheilig, dass die beim Eintreiben des Nagels im Firstziegel etwa und zwar sehr leicht entstehenden Risse, sehr häufig nicht sofort entdeckt werden und später dann das Wasser eindringt und beim ersten Frostwetter der Ziegel abspringt. Die Bandeisenbügel, welche mit kleineren Nägeln aufgenagelt werden, lassen sich schon vor Eindeckung des Walmfirstes in der ganzen Höhe festnageln, indem man die Ueberdeckung der Firstziegel schon vorher bestimmt und hiernach die Eintheilung vornehmen kann.

In den weiter unten mitgetheilten Figuren ist die Anordnung eines Walmdaches näher dargestellt.

Stossen die Dächer zweier unter einem Winkel zusammenstossenden Gebäude zusammen, so durchschneiden sich die Dachflächen und es entstehen an den Durchschnittstellen einspringende Winkel. Die Scheitellinien dieser Winkel, in welchen sich die jedesmaligen Dachflächen durchschneiden, nennt man Kehlen. Jede Brechung eines Daches unter einem Winkel der grösser als

90 Grad und kleiner als 160 Grad ist, nennt man eine Wiederkehr. In beiden Fällen entstehen einspringende Winkel, in welche die betreffenden aneinanderstossenden Dachflächen abwässern müssen und es ist daher durchaus notwendig, hier für eine genügende Abführung des sich sammelnden Regenwassers Sorge zu tragen. Durch Anwendung von Hohlziegeln, wie dieses früher häufig angewendet wurde und gegenwärtig auch noch bei kleineren ganz untergeordneten Gebäuden geschieht, wird solches nur im höchsten Grade mangelhaft erreicht und muss man hier notwendig die entstehende Kehle mit Metallblech auslegen.

Zu dem Ende wird längs der Schnittlinie oder Scheitellinie der Kehle auf beide Dachflächen in der ganzen Länge ein mindestens 31 Zentimenter breites Brett von gleicher Stärke, wie die Dachlatten aufgenagelt, gegen dessen äussere Kante dann jedesmal die Dachlatten genau angeschnitten und darauf festgenagelt werden. Diese Brettrinne wird alsdann in ihrer ganzen Ausdehnung mit Metallblech ausgelegt und muss dasselbe mittelst angelötheter Blechstreifen, welche an den Kanten der Brettrinne festgenagelt werden, befestigt werden. Die Seitenränder dieser Metallrinne werden in ihrer ganzen Länge etwa 6 Millimeter hoch umgerändert, damit bei heftigen Regengüssen das Wasser nicht ins Innere des Daches überfliessen kann. Die Dachziegel werden über die Ränder dieser Rinne etwa 13 Zentimeter überragend gelegt, jedoch vorher nach der Schräge der Schnittlinie mit der Zange abgekniffen, damit keinerlei Aufstau in der Rinne sich bilden kann. Diese Anordnung ist aus der weiter unten mitgetheilten Figur näher ersichtlich.

Sehr nachtheilig für die Haltbarkeit eines Ziegeldaches ist die Anbringung vieler Dachfenster, weil sie meistens nur zu sehr Schneefänge bilden und ferner auch die schnellere Abführung des Regenwassers sehr bedeutend hindern. Ferner aber kann man auch selten die Verbindung zwischen der Dachfläche und den lothrechten Wänden des Dachfensters so tüchtig herstellen, dass bei heftigen Regenwinden überall das Eindringen der Feuchtigkeit verhindert wird. Man hat daher in neuerer Zeit vielfach die gusseisernen Dachfenster zur Lüftung und Erhellung der Dachböden zur Anwendung gebracht. Diese Dachfenster liegen mit ihrem Rahmen in gleicher Richtung mit der Dachfläche; das Fenster selbst, welches ebenfalls aus einem eisernen Rahmen besteht, liegt auf einem vorstehenden Rand des unteren Rahmens und umschliesst diesen vollständig, wenn das Fenster geschlossen ist. Allein so zweckmässig diese Fenster auch sind, so sind sie doch nicht zu allen Zwecken dienlich und namentlich nicht, wenn die Dachfenster zur Erhellung von Wohnräumen, die unter'm Dache angebracht sind, dienen sollen, weil sie sehr mangelhaft gegen Luftzug schützen.

Die Eindeckung eines Daches wird stets auf der untersten Lattenreihe angefangen und muss, wenn die unterste Reihe Ziegel die Dachtraufe bilden soll, die Einlattung so angeordnet werden, dass diese Reihe mindestens um 13 Zentimeter über die äussere Mauer- oder Gesimskante vorragt, so dass hierunter dann die zum Auffangen des herabfliessenden Regenwassers dienende Hängegosse angebracht werden kann. Wie schon oben angeführt, fängt man mit der Eindeckung auf der untersten Latte und zwar von einem Ende des Gebäudes her an und fährt damit fort nach Oben hin und nach der Seite, soweit der nötige Verband der Dachsteine nach der Breite hin solches erforderlich macht. Sind in dem Dache Kehlen vorhanden, so müssen diese vor Eindeckung des Daches ebenfalls vollständig mit Metall ausgelegt werden.

Es sind hier nunmehr zwei verschiedene Eindeckungen näher zu betrachten, nämlich die Eindeckung mit den sogenannten Biberschwänzen und die Eindeckung mit Dachpfannen. Die Eindeckung mit Hohlziegeln kann hier vollständig übergangen werden, einmal, weil sie hier in Deutschland wenig oder gar nicht in Anwendung kommt, wenigstens nicht bei Dächern und höchstens nur Anwendung findet bei Abdeckung von Mauerpfeilern; ferner aber auch, weil eine solche Dachbedeckung bei aller Schwere, die sie mit sich führt, sehr häufigen Reparaturen unterworfen ist und demnach auch sehr wenig Sicherheit darbietet, weil die deckenden Hohlziegel sich sehr leicht lösen können. Endlich würde ihre Anwendung zum Eindecken auch einen erheblich grösseren Kostenaufwand erfordern.

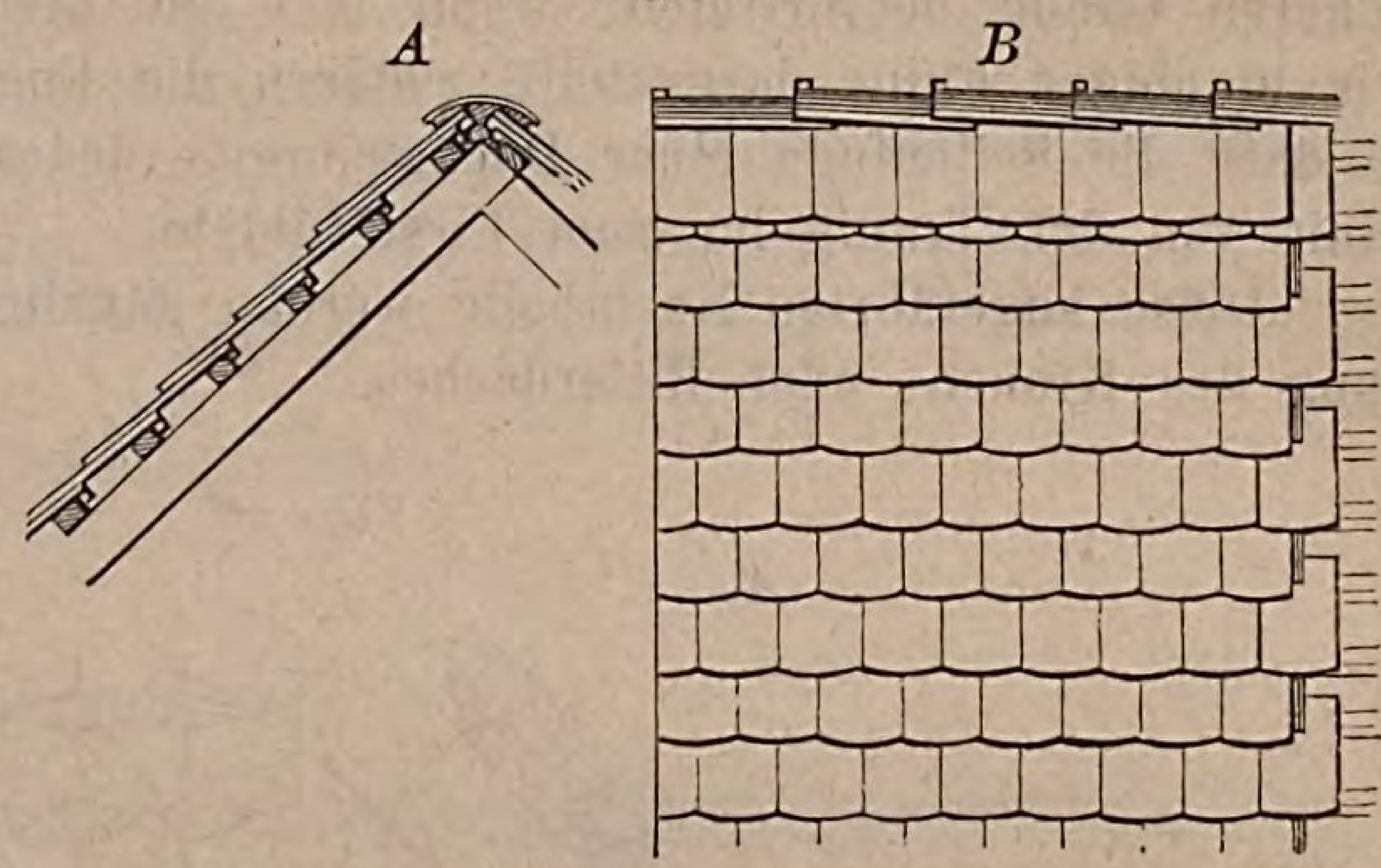
§ 75. Die Eindeckung der Dächer mit Biberschwänzen.

Es gibt dreierlei Arten von Eindeckungen mit Biberschwänzen:

1) das einfache oder das Spliessdach;
2) das Kronen- oder Ritterdach;
3) das Doppeldach.

Das einfache oder das Spliessdach wird in folgender Weise eingedeckt. Die Dachlatten werden 19 Zentimeter bis höchstens 21 Zentimeter weit von Oberkante zu Oberkante entfernt, auf die Dachsparren aufgenagelt. Die Dachsteine werden dann so eingehängt und eingedeckt, dass sie mit einander in Verband sind, also die Seitenfugen nach der Höhe nicht in einer Linie auf einander folgen, wie dieses auch aus nebenstehenden Figuren 286 A B näher ersichtlich ist. Da hierbei aber die Fugen der einzelnen horizontal liegenden Steinreihen durch die Steine der jedesmal nächstfolgenden Reihe nicht vollständig gedeckt sind, und ferner da das herunterfliessende Wasser an dem untersten Punkte der Abrundung der Endseite der Dachsteine sich stärker und förmlich zu Tropfen ansammelt und hier leicht in die Fugen der nächstunteren Schicht und im Innern des Gebäudes eindringt, so werden, um diesen Nachtheilen vorzubeugen, unter die Fugen der an einander gelegten Dachsteine etwa 7 Zentimeter breite und 3 Millimeter starke Spliessen (Dachspähne) eingeschoben, wodurch dann die Fugen unterwärts gedichtet werden. Diese Spliessen haben das eindringende Wasser aufzufangen und auf den nächstunteren Dachstein abzuführen. Von diesen Spliessen hat das Dach seinen Namen.

Figur 286.



Die untere Traufenreihe, sowie auch die oberste Reihe der Dachsteine am First werden jedesmal doppelt gelegt, weil hier die Anwendung der Spliessen nicht ausführbar ist.

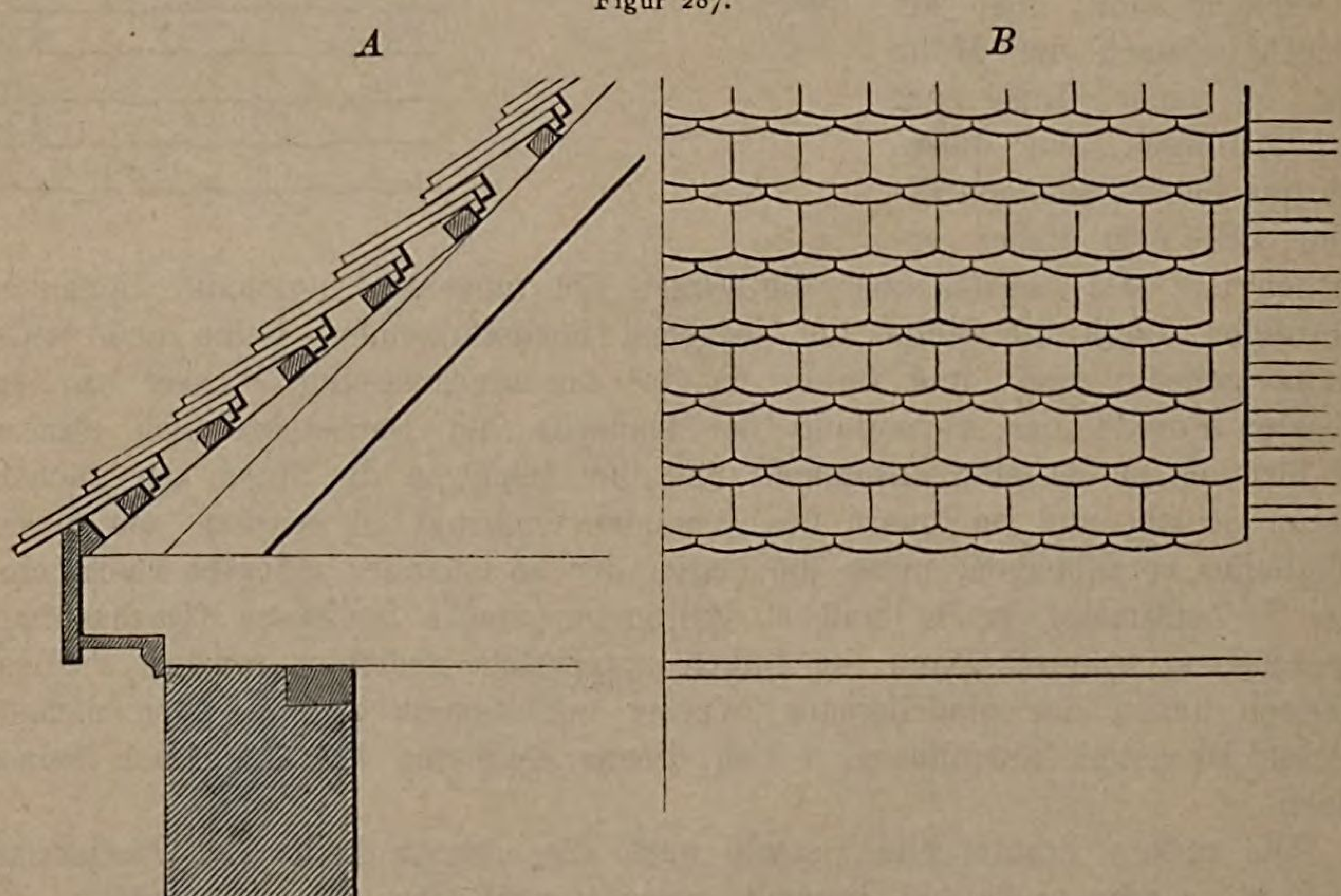
Dass diese Art der Eindeckung jedenfalls eine sehr mangelhafte ist, liegt auf der Hand. Es ist hier die Dichtigkeit des Daches wesentlich von der

Haltbarkeit und der Dauer der Spliessen abhängig. Verfaulen diese Holzspliessen oder spalten sie, so ist eine Dichtigkeit der Dachfläche gegen Eindringen von Feuchtigkeit nicht mehr anzunehmen. Dieser Nachtheil tritt aber dann noch um so mehr hervor, weil wegen der fast platten nur in der Mitte gering erhöhten Form der Ziegel das darauffallende Wasser nicht so schnell abfliesst, sondern sich über die ganze Oberfläche derselben mehr oder weniger vertheilt und so leichter in die Fugen eindringt. Ausserdem kommt noch hinzu, dass die einzelnen Dachsteine durch das Unterschieben der Spliessen auch mehr oder weniger gehoben werden, so dass zwischen den aufeinander liegenden Steinreihen der Breite des Daches nach offene Fugen, mindestens in der Stärke der Dachspliessen entstehen, die bei Schneesturm den Schnee ungehindert durchlassen. Diesem Uebelstande wird auch selbst durch das Ausstreichen der Fugen mit Kalk nicht gänzlich abgeholfen, in dem einmal die untergelegten hölzernen Dachspliessen nicht genügend dicht umschlossen und ferner auch beim Gefrieren der um diese Dachspliessen angesammelten Feuchtigkeit die Dachsteine, wenn auch nur in sehr geringem Maasse wieder gehoben und somit aber auch die zugestrichenen Fugen sich wieder öffnen werden. Es kann daher diese Art der Eindeckung oder das Spliessdach nur bei untergeordneten Gebäuden Anwendung finden.

Diese hier erwähnten Nachtheile würden aber in einem noch bedeutend höheren Grade hervortreten, wenn man die Steine nicht im Verbande legte, wie in obiger Figur dargestellt, sondern die Fugen aufeinander folgen liesse, so dass die Seitenfuge einer Dachsteinreihe jedesmal eine fortlaufende gerade Linie von der Traufe bis zum First bildete.

Diese angeführten Nachtheile werden gänzlich vermieden bei der Anwendung des Kronen- oder Ritterdaches.

Figur 287.



Das Kronen- oder Ritterdach unterscheidet sich zunächst von dem Spliessdache sehr wesentlich dadurch, dass die Dachsteinreihen nach der Breite des Daches jedesmal doppelt gelegt werden. Die Latten werden hier 26 Zenti-

meter von Oberkante zu Oberkante entfernt, auf die Dachsparren festgenagelt und werden die Dachsteine, wie schon erwähnt, auf jeder Latte in doppelten Lagen eingehängt und zwar so, dass die Seitenfugen der unteren Lage durch die Steine der oberen Lage vollständig gedeckt werden. Eine Anwendung der Spliessen findet hierbei überall nicht statt, weil hier überall eine vollständige Deckung der Fugen erreicht wird.

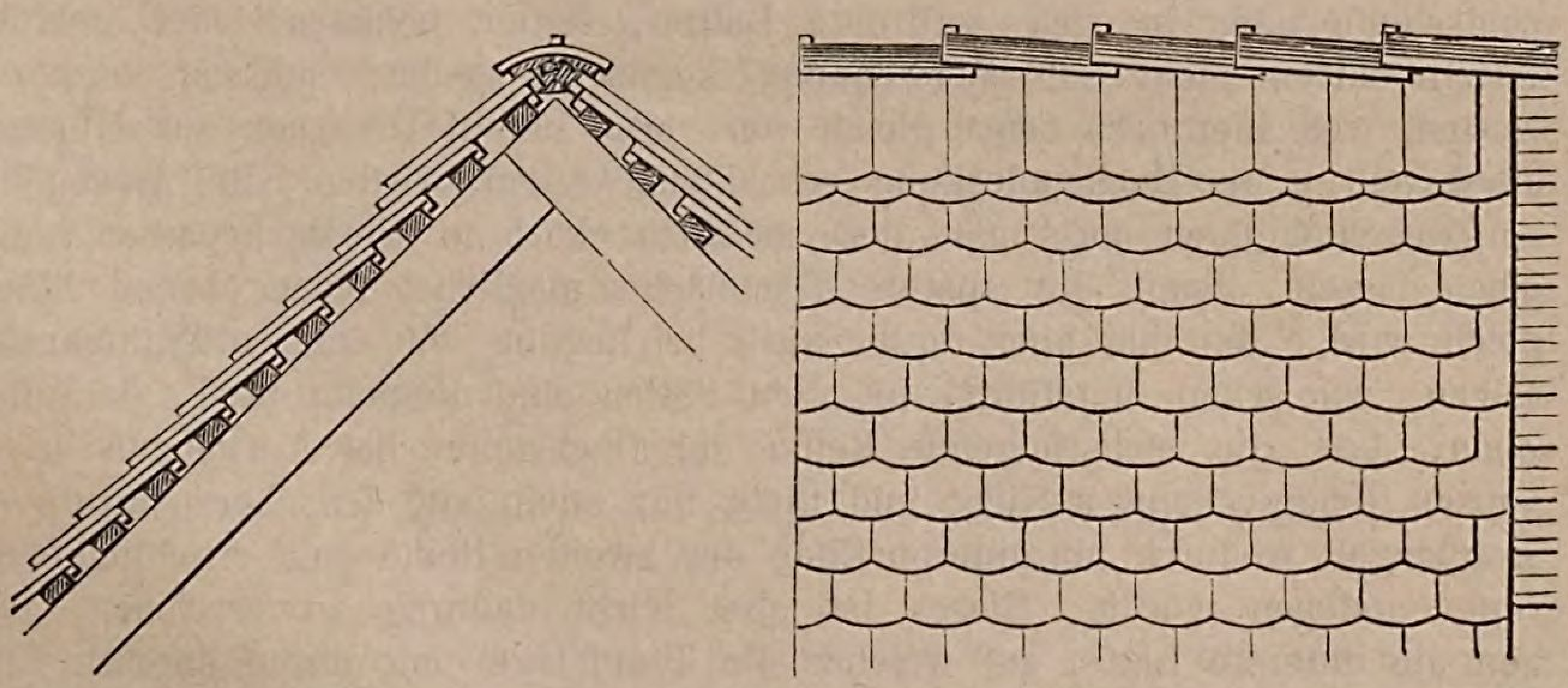
Die im Inneren des Daches entstehenden Fugen zwischen den Dachsteinen werden mit Kalk verstrichen. Das Verstreichen der Fugen im Inneren wird aber wegen der flachen Form der Steine, auf deren Oberfläche sich das Wasser vertheilt und jedenfalls weniger rasch abfliesst, nicht für alle Fälle vollständige Dichtigkeit liefern, und ist es daher jedenfalls vorzuziehen, dass die Dachsteine nach böhmischer Art eingedeckt werden. Diese Art der Eindeckung besteht darin, dass die Seitenkanten der einzelnen Dachsteine beim Verlegen schon mit Kalk eingestrichen und dann die Steine unmittelbar dicht aneinander geschoben werden, so dass hierdurch die Fuge zwischen je zwei Steinen vollständig mit Kalk ausgefüllt und gedichtet wird. Dieses Einstreichen der Seitenkanten der Dachsteine muss aber bei beiden Steinlagen stattfinden und muss hierzu ein langsam erhärtender hydraulischer Mörtel angewendet werden, welcher später unter der Einwirkung von Feuchtigkeit nicht wieder aufgelöst wird. Die Fugen der Steine der unteren Lagen müssen, ehe die zweite Lage übergedeckt wird, auf ihrer Oberfläche vollständig abgestrichen und geglättet werden, wozu man sich ganz schmaler Kellen bedient.

Dieses Einstreichen der Seitenkanten der Dachsteine mit Kalkmörtel ist auch mit Vortheil bei dem Spliessdache anzuwenden und jedenfalls wird dadurch, wenn auch nur für kürzere Zeit den oben erwähnten Mängeln in etwas abgeholfen.

Endlich hat man noch das Doppeldach.

Figur 288.

A *B*



Bei der Eindeckung dieses Daches kommen die Dachlatten um 5 Zentimeter weniger als die halbe Länge eines Dachsteins beträgt, also etwa 15 Zentimeter von Oberkante zu Oberkante von einander entfernt zu liegen. Bei diesem Dache wird sowol die unterste Reihe der Dachsteine (die Traufenreihe) als auch die oberste Reihe der Dachsteine am First doppelt gelegt, in gleicher Weise wie beim Kronendache der Fall ist. Dagegen wird

auf die zwischenliegenden übrigen Dachlatten jedesmal nur eine einfache Reihe von Dachsteinen aufgehängt. Wegen der geringen Entfernung der Dachlatten von einander überdeckt bei dieser Anordnung jeder Dachstein den dritten unteren um 10 Zentimeter. Die sämmtlichen Steine werden mit einander in Verband gelegt. Auch hierbei fällt die Anwendung von Dachspliessen gänzlich weg.

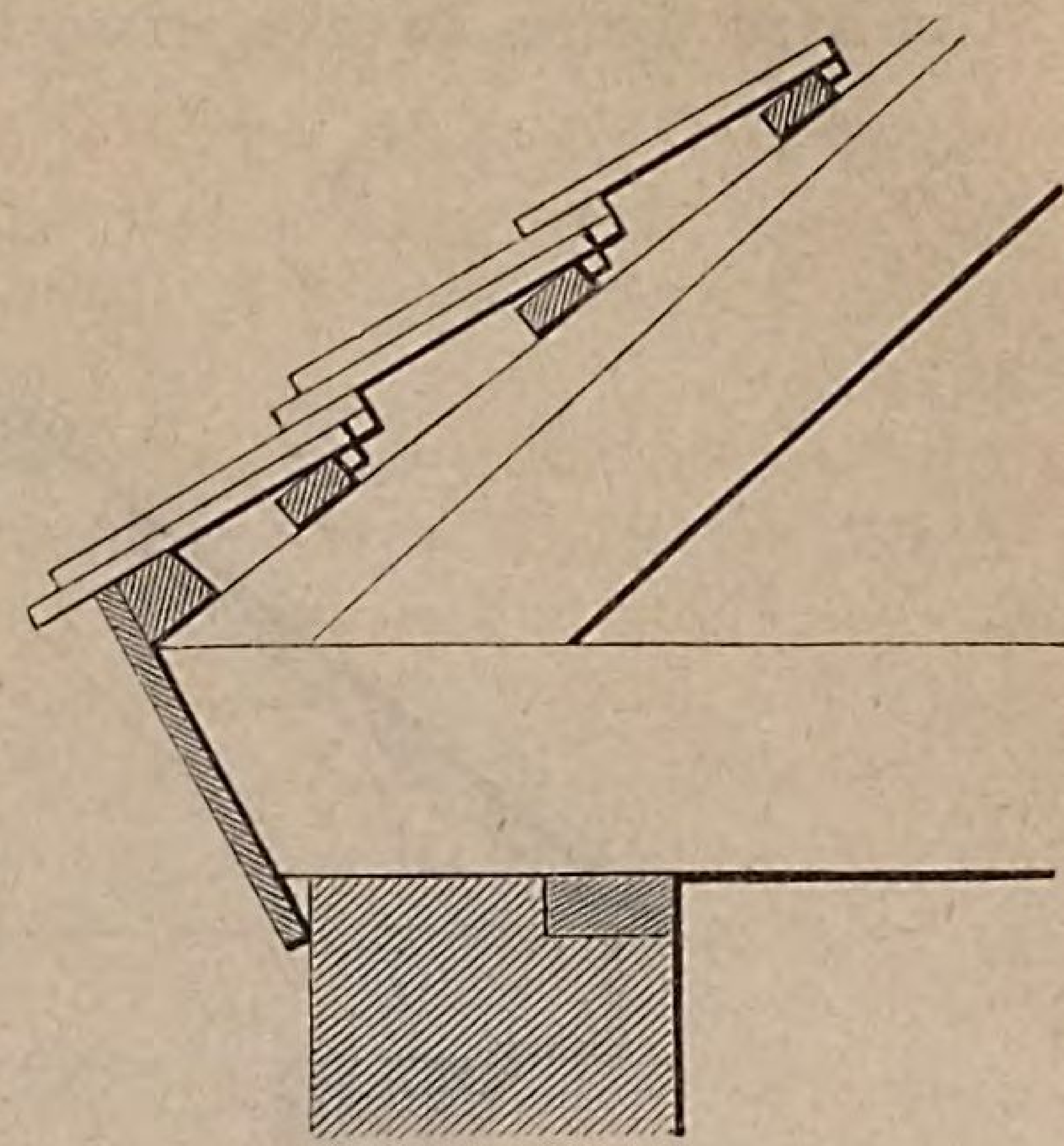
Die Eindeckung des Doppeldaches nach böhmischer Art ist, wie schon bei dem Kronendache erwähnt wurde, auch hier unter allen Umständen mit grossem Vortheil anzuwenden, und erhält das Dach dadurch unbedingt eine festere Lage, indem die einzelnen Steine durch das dichte Aneinanderschieben und gleichzeitig durch die Ausfüllung der Seitenfugen vollständig eingepresst und mit einander verbunden werden. Die Seitenkanten der Dachsteine, so wie sie vorkommen, genügen hinreichend zu diesem Zwecke, so dass ein weiteres Zusammenscheuern der betreffenden Kanten aneinander vor Verlegung der Steine durchaus nicht erforderlich ist. Haben einzelne Steine sich während des Brandes hohl oder windschief gezogen, so ist es selbstverständlich, dass solche Dachsteine zum Eindecken in der Dachfläche nicht verwendet werden können, weil dadurch nur Unregelmässigkeiten entstehen würden, die selbst durch Anwendung von Mörtel nicht unschädlich gemacht werden könnten, denn die einzelnen Reihen, in welche solche Steine verlegt wären, würden nie eine feste Lage erhalten und würden auch in der oberen Deckung Unebenheiten dadurch entstehen. Diese Bemerkung gilt übrigens auch bei den beiden vorher beschriebenen Dacheindeckungen, wo in beiden Fällen bei Anwendung von windschiefen oder hohlen Dachsteinen die Unregelmässigkeiten ebenfalls sehr erheblich hervortreten würden und unter Umständen in noch höherem Grade als im vorliegenden Fall.

Zur Erhaltung eines tüchtigen Daches ist auch ferner sehr darauf zu sehen, dass die Dachlatten immer möglichst regelmässig von gleicher Stärke und gerade geschnitten sind, weil sonst die Dachsteine beim Eindecken nicht gehörig an- und aufeinander schliessend gelegt werden können. Krumme, windschiefe oder in sich verdrehte Latten, ferner behauene oder geklöbte Latten dürfen nicht zur Verwendung kommen, sondern müssen verworfen werden, weil hierdurch sonst gleich von vorne herein Ursachen zur Unregelmässigkeit in der Dacheindeckung geschaffen werden würden. Bei Anwendung von Aufschieblingen muss man diese möglichst hoch an die Dachsparren hinauf gehen lassen, damit die spätere Dachfläche möglichst einer ebenen Fläche gleich wird. Man hat aber ferner auch bei Legung der unteren Traufenreihe, welche, wie schon angeführt, in allen Fällen eine doppelte wird, darauf zu sehen, dass die nächstfolgende Reihe der Dachsteine bei Aufhängen in der ganzen Ueberdeckung aufliegt und nicht nur allein auf der oberen Kante der Traufziegel, wodurch am unteren Ende der zweiten Reihe eine erheblich weite Fuge entstehen würde. Dieses ist aber leicht dadurch zu erreichen, dass man die unterste Latte, auf welcher die Traufziegel mit ihrem unteren Ende liegen, etwas stärker nimmt als die übrigen Latten, wie dieses in nachstehender Figur 289 näher angedeutet ist.

Hierdurch erreicht man, dass die sämmtlichen Reihen der Dachsteine fast gleiche Neigung erhalten und demnach überall aufeinander schliessen.

Vergleicht man diese beiden letzten Arten der hier beschriebenen Dacheindeckungen, nämlich das Kronendach und das doppelte Dach, hinsichtlich ihrer Vorzüge gegen einander, so ergibt sich leicht, dass bei beiden Dächern

Figur 289.



die Sicherheit gegen Einregnen gleichbedeutend ist; denn bei beiden Arten liegen die Dachsteine doppelt und vollständig die Fugen deckend aufeinander. Es wird auch bei beiden Dächern bei gleicher Grösse derselben eine gleiche Anzahl von Dachsteinen erforderlich. Allein das doppelte Dach erfordert fast das doppelte Quantum an Dachlatten, als welches beim Einlatten des Kronendaches erforderlich ist. Bei dem doppelten Dache werden die Dachlatten sehr enge an einander, etwa 14 Zentimeter von Oberkante zu Oberkante entfernt aufgenagelt, wo dagegen bei dem Kronendache diese Entfernung 26 Zentimeter beträgt. Ein weiterer Nachtheil, der aus dieser engen Einlattung des Doppeldaches entsteht, besteht darin, dass etwa später vorzunehmende Reparaturen am Dache dadurch so sehr erschwert werden, indem man wegen der geringen Zwischenweite der Latten von Innen keine neuen Dachsteine einschieben kann, sondern wenn solches erforderlich wird, muss, um das Einschieben von Dachsteinen zu ermöglichen, schon eine grössere Fläche des Daches aufgebrochen werden. Bedeutend leichter lässt sich das Einschieben einzelner Dachsteine bei dem Kronendache zur Ausführung bringen, ohne dass man dabei eine grössere Fläche des Daches aufzunehmen hat.

Es sind also zwei wesentliche Umstände, welche die Anwendung des Kronendaches vortheilhafter als die des doppelten Daches machen; einmal ist es die geringere Anzahl der Dachlatten, welche bei einem Kronendache erforderlich sind, und ferner ist es die leichtere Beschaffung etwa notwendig vorzunehmender Reparaturen, welche, da diese auch von Innen vorgenommen werden können, wenn die schadhaften Stellen nicht in der Nähe des Dachfirstes liegen, ohne Nachtheil für das übrige Dach zu jeder Jahreszeit sich ausführen lassen. Berücksichtigt man nun endlich noch, dass bei einem doppelten Dache die unterste Steinreihe sowol als auch die oberste, ebenfalls doppelt gelegt werden, so kommen die für diese doppelten Lagen mehr erforderlichen Steine zu veranschlagenden Kosten noch hinzu, so dass dann das doppelte Dach, trotzdem es keine sonstigen Vorzüge vor dem Kronendache hat, doch erheblich theuerer kostet als das Kronendach.

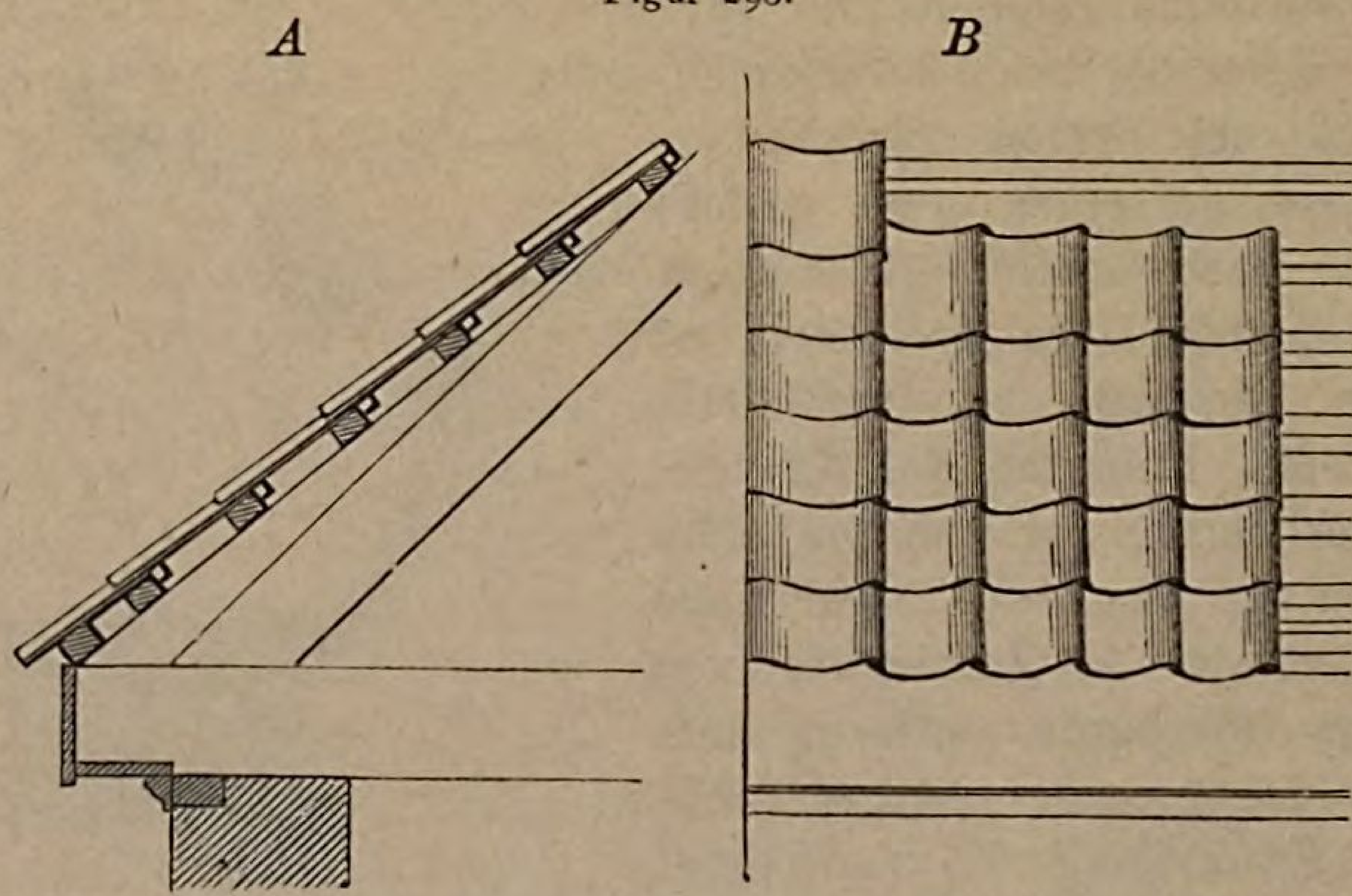
§ 76. Die Eindeckung der Dächer mit sogenannten Dachpfannen.

Die Eindeckung der Dächer mit Dachpfannen unterscheidet sich ganz wesentlich von denjenigen mit sogenannten Biberschwänzen. Während diese letzteren beim Eindecken nur dicht an einander geschoben werden können, haben die Dachpfannen an einer Seite eine Krämpe (Mantel), welche den aufstehenden Rand der anliegenden Dachpfanne vollständig bedeckt, wie dieses aus umstehenden Figuren 290 A B zu ersehen ist.

Es ist daher hier zur Deckung der Fugen nur eine Lage von Steinen nötig und auch nicht anders zur Anwendung zu bringen, wo dagegen bei den

im vorigen Paragraph beschriebenen Dächern immer eine doppelte Lage von Steinen zu diesem Zwecke erforderlich wird.

Figur 290.



Die Dachpfannen haben, wie schon oben angeführt wurde, eine Länge von 39 bis 41 Zentimeter und eine Breite von etwa 26 Zentimeter. Am oberen Ende haben sie an der Rückseite eine vorstehende Nase, etwa 3 Zentimeter vortretend, mit welcher sie auf die Dachlatten aufgehängt werden. Soll das Dach genügend sicher eingedeckt werden, so ist die Einlattung des Daches so anzuordnen, dass jeder nächst obere Stein den nächst unteren um 10 Zentimeter überdeckt. Eine weitere Ueberdeckung der Steine ist vollständig überflüssig und erschwert nur die spätere Eindeckung des Daches, indem dann die Krämpe jedes einzelnen Steins an ihrem oberen Ende zu lang eingehauen werden muss, um den Stein möglichst dicht anschieben zu können. Hiernach muss die Weite der Einlattung von Oberkante zu Oberkante nicht mehr als 28 bis höchstens 30 Zentimeter betragen.

Die Dachpfannen werden reihenweise von unten nach oben hin eingehängt und eingedeckt. Die erste Reihe wird nach einer über die Dachfläche von unten nach oben ausgespannten Schnur eingehängt und zwar in der Weise, dass die äussere Kante der Krämpen bei allen Dachpfannen der Reihe gegen diese Schnur liegt. Wo es erforderlich ist, wird zur Festlegung der Dachpfannen zwischen je zwei einander überdeckenden Steinen etwas Kalk gegeben und die deckende Dachpfanne niedergedrückt bis zum Festliegen. Die zweite Reihe der Dachpfannen wird in gleicher Weise nach einer ausgespannten Schnur eingehängt und werden die Steine möglichst dicht an die erste Reihe angeschoben, so dass die Krämpen der Steine dieser zweiten Reihe möglichst weit über den aufstehenden Rand der ersten Pfannenreihe übergreifen, ohne aber, dass dadurch die einzelnen Steine zu sehr aufgeschoben werden und dadurch die Krämpen in die Höhe stehen. Um dieses aber vollständig zu erreichen und ohne dass die Steine eine wackeliche Lage erhalten, ist es erforderlich, dass die Krämpe der überdeckenden Pfanne an ihrem oberen Ende mittelst der Eindeckkelle etwas behauen oder ausgeklungen wird, wie in der gewöhnlichen Maurersprache gesagt wird, damit die Krämpe nicht gleichzeitig den aufstehenden Rand der deckenden Pfanne der anliegenden Reihe überdeckt, wodurch sonst nur ungleiche Lagerung der Dachpfannen erhalten werden würde. Nur durch dieses Einklingen oder Behauen des oberen Theils der Krämpe wird eine geschlossene und feste Lage der Dachpfannen erhalten.

Nunmehr wird die Dachpfanne dicht an die bereits gelegte Reihe angeschoben, wodurch die Fuge zwischen beiden Steinen zwar noch bleibt, aber eine vollständige Deckung des aufstehenden Randes der anliegenden Pfanne erhalten wird. Zur Erhaltung einer festeren Lage der Dachpfannen wird auch hier zwischen je zwei einander überdeckenden Steinen, wo es notwendig ist, etwas Kalk gegeben. Man bestimmt vorher die Weite, bis zu welcher die einzelnen Pfannenreihen sich überdecken sollen und spannt hiernach dann bei Legung jeder einzelnen Pfannenreihe die Schnur aus, bis an welche die äussere Kante der Krämpe reichen soll.

Man findet gewöhnlich, dass die Dachpfannen die Krämpe an ihrer rechten Seite haben, so dass die Eindeckung einer Dachfläche notwendig von rechts nach links erfolgen muss. Doch findet man einzeln auch, dass die Dachpfannen die Krämpen an der linken statt an der rechten Seite haben, in welchem Falle dann die Eindeckung von links nach rechts erfolgen muss. Hat man dann Gelegenheit, bei Eindeckung eines Daches beide Sorten von Dachpfannen gleichzeitig bekommen zu können, so ist dieses insofern vortheilhaft, da man dann auf beiden Seiten des Daches zugleich und zwar von einem und demselben Endgiebel her eindecken kann, so dass nach Eindeckung einiger Pfannenreihen auf beiden Seiten des Daches dann gleichzeitig auch die Firstpfannen verlegt werden können. Hat man nur eine Sorte, entweder Rechts- oder Linkspfannen, so kann man zur Zeit nur an einer Seite und von einem Ende her mit dem Eindecken beginnen und damit fortfahren bis zum anderen Ende des Daches und wird erst dann der First eingedeckt, wenn die eine Seite des Daches fertig eingedeckt ist und an der anderen Seite von dem einem Ende her damit fortgefahren wird, wo dann nach Verfolg der fertigen Reihen an dieser zweiten Seite die Firstziegel gelegt werden.

Man findet in verschiedenen Lehrbüchern die Angabe, dass beim Eindecken der Dächer mit Dachpfannen Spliessen zum Unterlegen unter die Fugen angewendet werden. Diese Angabe ist jedoch durchaus unrichtig und liegt es klar auf der Hand, dass bei Eindeckung mit Dachpfannen die Spliessen schlechterdings gar nicht angewendet werden können, und dieselben auch weder zur Dichtigkeit des Daches, noch zu irgend einem anderen Vortheil für die Eindeckung beitragen können. Wol findet man, dass zur Dichtung der Seitenfugen beim Eindecken unter die Krämpen dünne Strohwiepen (Docken) eingelegt werden, wodurch man bei Schneegestöber das Eindringen von Schnee verhindern und ausserdem aber auch wieder einen genügenden Luftzug unter dem Dache erhalten will. Allein diese Eindeckung mit Strohwiepen (Docken) ist wegen der grossen Feuergefährlichkeit bei Flugfeuer durchaus verwerflich und ist sie in den Städten dieserhalb auch meistentheils polizeilich verboten.

Ist das Dach ein Giebeldach, so muss, da die Dachpfannen immer nur an einer Seite eine Krämpe haben, zur Bedeckung desjenigen Giebels, gegen welchen hin eingedeckt wird, eine andere Sorte Dachpfannen angewendet werden, nämlich die sogenannten doppelten Mantelpfannen, welche bei sonst gleicher Länge wie die übrigen Dachpfannen, eine grössere Breite haben, nämlich eine Breite von etwa 30 Zentimeter. Diese doppelten Mantelpfannen haben an beiden Seiten Krämpen und überdecken dieselben beim Eindecken mit der einen Krämpe den aufstehenden Rand der anliegenden Dachpfannenreihe und mit der anderen Krämpe die äussere Kante des Giebels, so dass an dieser Stelle auch ein abwärts gehender Rand gebildet wird, damit das

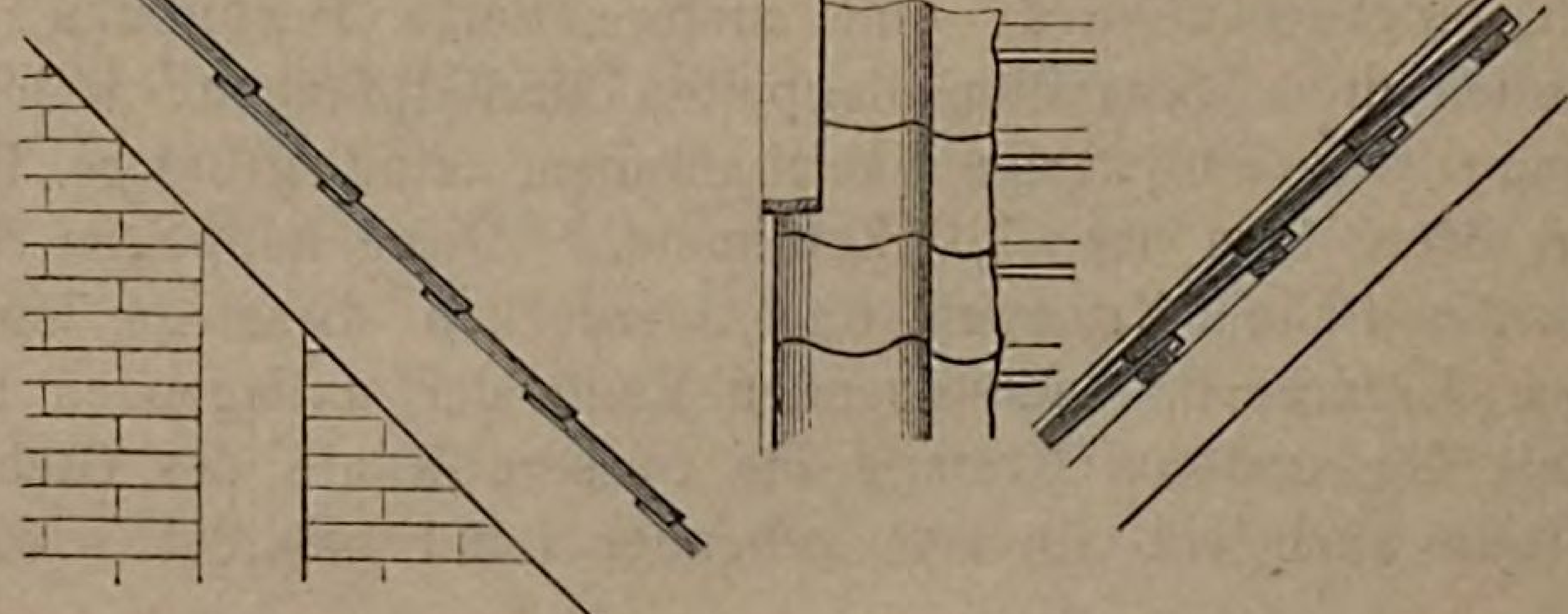
Regenwasser nicht eindringen kann. Diese Anordnung ist aus der vorstehenden Figur 290 leicht ersichtlich.

Die einzelnen Steine (doppelte Mantelpfannen) dieser äussersten Reihe werden auf dem gemauerten Giebel genügend untermauert und in vollen Kalk gelegt; die Untermauerung wird gewöhnlich mit kleineren Steinstücken in vollen Kalk eingedrückt hergestellt, weil grössere Steinstücke bei regelmässiger Aufmauerung des Giebels doch selten anwendbar sind. In gleicher Weise findet aber auch die Untermauerung der ersten Pfannenreihe auf dem anderen Giebel statt und überdeckt die Krämpe der Pfanne hier ebenfalls die äussere Kante des betreffenden Giebels.

Bei der untersten Reihe der Pfannen, der Traufschicht, werden die Krämpen der einzelnen Pfannen sämmtlich voll mit Kalk ausgestrichen und auf den zu deckenden Rand der jedesmal anliegenden Pfanne eingedrückt und wird dann die Fuge äusserlich und auch unterhalb noch vollständig mit Kalk ausgestrichen. Man wendet dieses Verfahren auch sehr häufig noch bei der unmittelbar darüber liegenden zweiten Pfannenreihe an, weil dadurch das Dach jedenfalls noch eine festere Lage erhält, ferner aber auch desshalb, weil diese Reihe im Innern schwer in genügender Weise mit Kalk eingestrichen werden kann und dafür dann die Seitenfugen und unteren Deckfugen äusserlich mit Kalk unterstrichen werden. Die oberste nächst dem First liegende Pfannenreihe wird ganz in derselben Weise wie die untere Traufschicht eingedeckt, indem auch hier die Krämpen der einzelnen Steine voll mit Kalk ausgestrichen und auf den Rand der anliegenden Pfannen eingedrückt werden. Nachdem dann die Firstziegel aufgelegt sind, werden die Fugen dieser Firstziegelreihe, sowie auch die Fugen der zu beiden Seiten liegenden obersten Pfannenreihen äusserlich vollständig mit Kalk ausgestrichen. An den Giebeln werden jedesmal an zwei nebeneinander liegenden Pfannenreihen in der ganzen Höhe des Daches die äusseren Fugen mit Kalk ausgestrichen, einmal, weil sie im Innern nicht zu verstreichen sind, ferner aber, damit eine vollständige Dichtung ererhalten wird und ausserdem auch diese Reihen dadurch jedenfalls eine festere Lage erhalten.

Sind die Dachgiebel nicht massiv, sondern bestehen dieselben aus Fachwerk, so werden die sogenannten Giebelbretter angewendet und entweder schneidet man diese nach der Lage der Pfannen jedesmal soviel aus, dass die Krämpe der überdeckenden Dachpfanne genau auf die Kante des Giebelbretts (Windfeder) passt und dasselbe vollständig bedeckt, wie in nachstehenden Figuren 291a A B C dargestellt ist, oder man lässt das Giebelbrett oder die Windfeder um so viel höher an den Giebelsparren annageln, dass die Oberkante

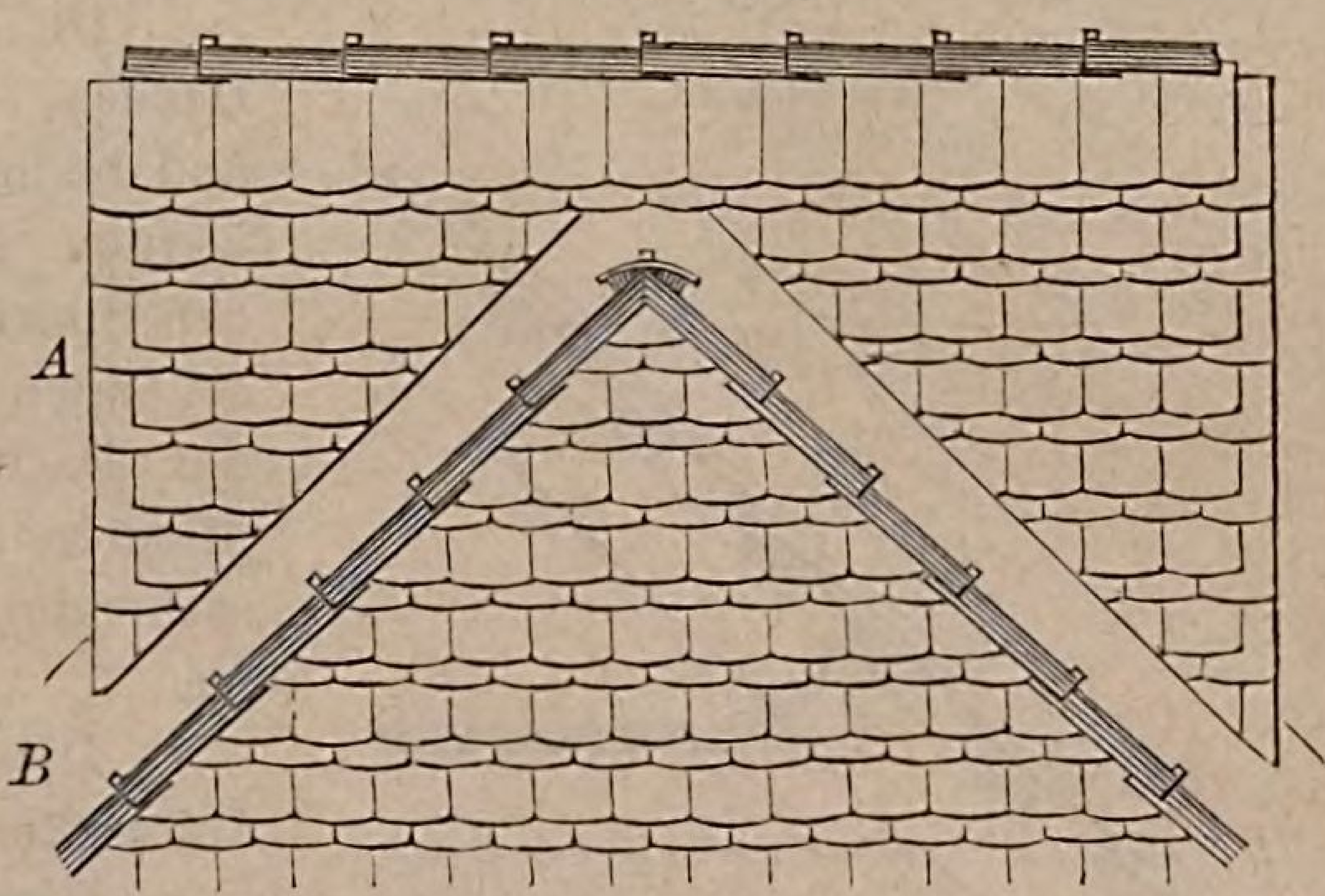
Figur 291 a.



desselben mit der Oberfläche der Krämpen der Dachpfannen gleich liegt und wird dann eine etwa zwölf Zentimeter breite Deckleiste in der Länge der Dachfläche auf die Kante der Giebelbretter aufgenagelt, um so das Einregnen zwischen Brett und Dachpfannen zu verhindern, wie dieses in vorstehenden Figuren 291a A B C dargestellt ist.

Beim Eindecken von Walmen wird ein ähnliches Verfahren angewendet, wie dieses schon oben bei Beschreibung der Biberschwanzdächer näher angeführt wurde. Es müssen hier die einzelnen Dachpfannen ebenfalls nach der schrägen Linie des Grates abgekniffen werden. Auch werden hier die einzelnen Dachziegel, wo es erforderlich ist, auf die Dachlatten festgenagelt; dieses findet aber nur dann statt, sobald die Dachpfanne so weit weggekniffen werden muss, dass die Nase zum Aufhängen wegfällt.

Figur 291.



Bei Anordnung von Dachkehlen werden die Dachpfannen an ihrem unteren Ende, wo es erforderlich wird, nach der schrägen Linie der Dachkehle abgekniffen, um die Dachkehle möglichst weit zu erhalten, damit keinerlei Hinderniss dem Abfliessen des Regen- und Schneewassers entgegen tritt. In Betreff der Anordnung dieser Dachkehle oder Schossrinne gilt im Uebrigen hier dasselbe, was schon oben darüber gesagt wurde. In Figuren 291 A B ist die Anordnung näher dargestellt.

Bei ganz untergeordneten Gebäuden legt man diese Kehlen anstatt mit Metall, mit Hohlziegeln aus und zwar von Unten her und in der Weise, dass jeder Ziegel den nächst unteren um etwa 8 bis 10 Zentimeter überdeckt. Jeder Hohlziegel muss zur Erhaltung in seiner Lage auf den Kehlsparren festgenagelt werden. Bei dieser Auslegung mit Hohlziegeln wird aber die Rinne sehr enge und gibt sehr leicht Veranlassung zur Verstopfung und zum Durchregnen, in Folge dessen auch das Holz des Kehlsparrens sehr leicht darunter verfault. Dieses Verfahren findet daher auch nur bei ganz untergeordneten Gebäuden Anwendung, die überhaupt nicht lange erhalten werden sollen und wo bei Aufführung derselben daher auch gleich Rücksicht auf möglichste Kostenersparniss genommen wird.

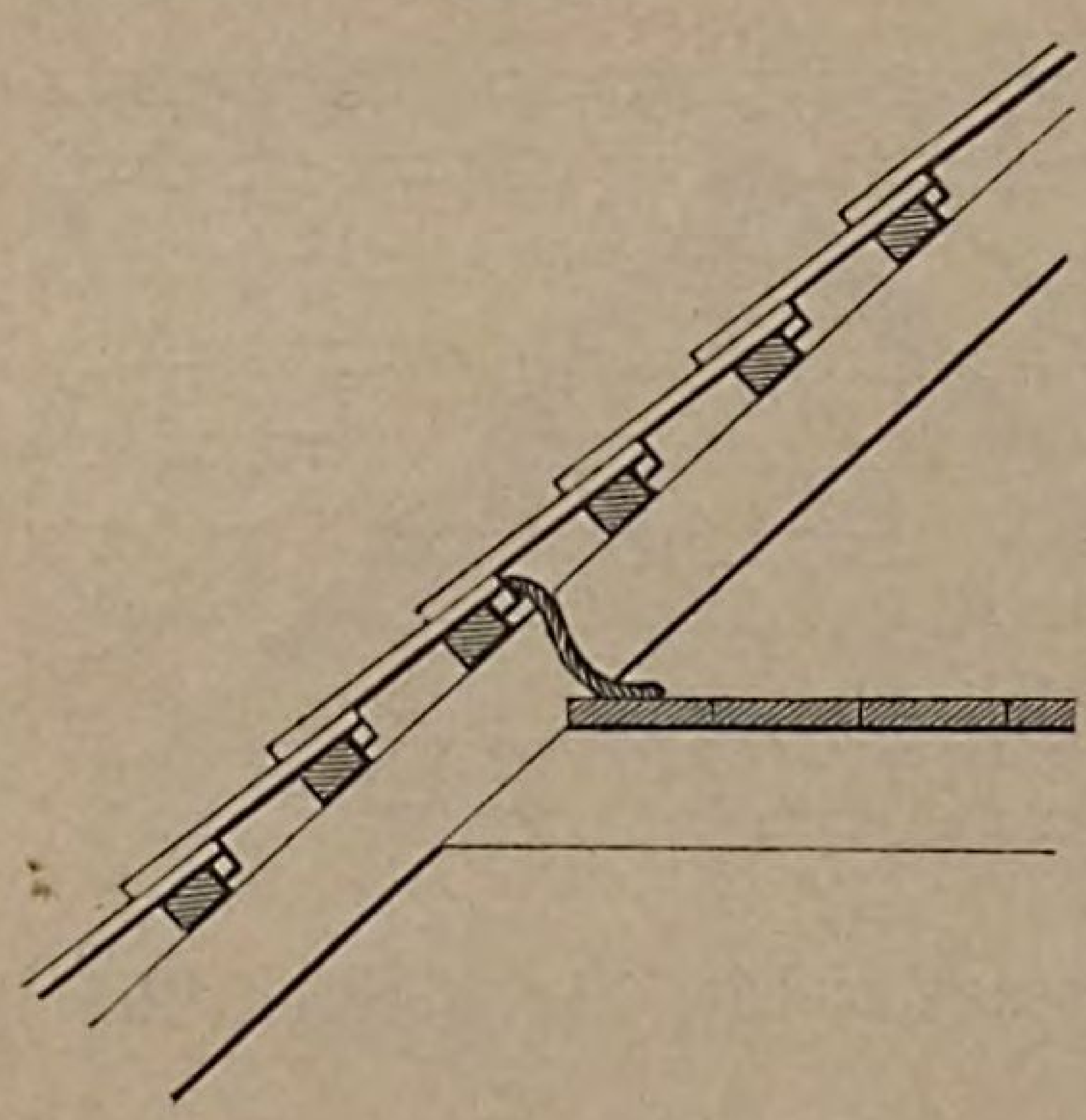
An den Walmen werden die den aufgedeckten Firsten zunächst liegenden Dachpfannen in ihren Fugen äusserlich unterstrichen und zu dem Ende werden auch die Krämpen derselben vor dem Eindecken mit Kalk voll eingestrichen. An den Dachkehlen werden die unteren die Dachkehle (Schossrinne) bedeckenden Dachziegel ebenfalls in ihren Fugen äusserlich mit Kalk unterstrichen, und ist daher auch hierbei vor Eindecken der Dachziegel das Ausstreichen der Krämpen derselben mit Kalk erforderlich.

Ist das ganze Dach eingedeckt, so werden die sämmtlichen Lang- und Querfugen im Innern mit Kalk ausgestrichen und abgeglättet. Zum besseren Anhaften des Kalks ist es aber erforderlich, dass vor dem Einstreichen desselben die Dachpfannen vorher jedesmal mit Wasser angesprengt werden.

Zum Unterstreichen und Ausstreichen der Dachfugen verwendet man nicht selten den sogenannten Haarkalk, einen Kalkmörtel, welcher mit Kuhhaaren vermischt ist, um demselben mehr Zusammenhalt oder innere Verbindung zu geben. Es kommt hier aber wesentlich darauf an, solchen Kalkmörtel zu verwenden, welcher namentlich den Einflüssen der Witterung widersteht und ist es daher am vortheilhaftesten, den Kalkmörtel mit Zement zu versetzen und eignet sich hierzu jedenfalls am besten als Zusatz der Portland-Zement. Zum Ausstreichen der äusseren Fugen ist der Portland-Zement mit etwas Kalkmörtel versetzt jedenfalls am geeignetsten.

Zum Ausstreichen der inneren Fugen eignet sich auch ganz besonders ein tüchtig zubereiteter Kalkmörtel, welcher aus gebrannten Seemuscheln gewonnen wird (s. oben § 13), weil dieser Kalk, wenn er genügend bearbeitet ist, den Einflüssen der Witterung sehr gut widersteht.

Figur 292.



Die unteren Winkel im Innern des Daches, welche durch den Fussboden und die innere Dachfläche gebildet werden, werden gewöhnlich, um die zwischen den Sparren im Fussboden entstehenden schmalen Oeffnungen unmittelbar unter der Dachfläche zu dichten, mit Dachpfannen ausgelegt, wie dieses in nebenstehender Figur 292 näher angegeben ist.

Diese Anordnung nennt man das Unterokern des Daches.

Hierbei werden die einzelnen Dachpfannen mit ihrer Krämpe auf die dem Fussboden zunächst befindliche Dachlatte gelegt und mit ihrer anderen Kante auf den Fussboden, auf welchem sie durch vorgeschlagene Rohrnägel in ihrer Stellung erhalten werden. Da diese Dachpfannen keinerlei Druck auszuhalten haben, so genügt diese Befestigung vollständig. Die Fugen der über einander deckenden Pfannen werden ebenfalls mit Kalk verstrichen. Dieses Unterokern gewährt den grossen Vortheil, dass, wenn mehrere Böden übereinander liegen, einmal der grössere Zug aufgehoben wird, welcher sonst leicht bei beschädigter Dachdeckung und heftigem Winde für den übrigen Theil des Daches sehr nachtheilig werden kann; ferner wird aber auch dadurch verhindert, dass der Schmutz von den oberen Böden auf die unteren herabfällt. Ueberhaupt wird durch eine solche Unterokerung die Verbindung zweier übereinander liegender Böden aufgehoben. In Hinsicht der grösseren oder minderen Feuersicherheit entsteht hierdurch weder Vortheil noch Nachtheil, so dass es also dieserhalb ganz einerlei ist, ob eine Unterokerung ausgeführt wird oder nicht.

Diese Unterokerung ist bei den im vorigen Paragraph beschriebenen Dächern in gleicher Weise mit Vortheil anzuwenden.

In manchen Lehrbüchern werden diese mit Dachpfannen eingedeckten Dächer sehr ungünstig beurtheilt, welches aber nur auf Unkenntniss beruht. Die Dachpfannen leiten vermöge ihrer Querschnittsform alles darauf fallende Regenwasser unmittelbar in die Mitte und findet demnach hier auch ein um so rascherer Abfluss des Wassers statt. Das Wasser kann sich nicht wie bei den mit Biberschwänzen eingedeckten Dächern über eine grössere Fläche ver-

theilen, in Folge dessen hierbei auch jedenfalls ein langsameres Abfliessen des Wassers stattfindet. Hinsichtlich der Feuersgefahr bietet das Pfannendach dieselbe Sicherheit als das mit Biberschwänzen eingedeckte Dach und hat vor diesem letzteren noch den grossen Vortheil, dass es leichter ist. Vorkommende schnell auszuführende Reparaturen lassen sich bei einem Pfannendache auch leichter herstellen als dieses bei einem mit Biberschwänzen eingedeckten Dache der Fall ist.

§ 77. Die Dachfenster.

Schon in § 74 wurde darauf aufmerksam gemacht, dass die Dachfenster oder auch Dacherker keineswegs vortheilhaft für die Haltbarkeit eines Daches sind und sehr leicht zu Undichtigkeiten im Dache Veranlassung geben. Dieselben lassen sich aber nicht in allen Fällen vermeiden und am allerwenigsten bei den höheren Ziegeldächern. Hier treten sie als ein unvermeidliches notwendiges Uebel auf und ist es daher zweckmässig, dass man ihre Zahl möglichst beschränkt. Dieses ist aber auch nicht in allen Fällen zu erreichen und namentlich nicht, wenn die Dachböden noch zu Wohnungen eingerichtet werden sollen, wo dann nicht allein hinreichend für Zuführung von Luft, sondern auch für genügendes Licht Sorge getragen werden muss. Kommt es nur darauf an, etwas Licht zu schaffen, so kann man bei Pfannendächern dieses sehr leicht erreichen durch Einhängen von Glaspfannen, welche dieselbe Grösse und Gestalt wie Dachpfannen haben und bei Pfannendächern sehr viel und zweckmässig in Anwendung kommen. Man hängt sie hier vereinzelt oder mit mehreren zusammen ein und werden dieselben dann in gleicher Weise wie die übrigen Pfannen in ihren Seiten- und Querfugen mit Kalk unterstrichen. Bei Eindeckung der Dächer mit Biberschwänzen passen diese Glaspfannen aber durchaus nicht, und ist es hier jedenfalls schwieriger, Lichtvorrichtungen in genügender Weise zu schaffen. Man kann hierbei nicht anders verfahren, als dass man einen Rahmen von Zink oder Weissblech von gewisser Grösse und in genügender Stärke herstellt und diesen Rahmen zwischen den Steinen in die dafür bestimmte Oeffnung einhängt in der Weise, dass derselbe oben und an den Seiten von den Dachsteinen überdeckt wird und unten derselbe die Dachsteine überdeckt. Dieser Rahmen wird dann mit starkem Glase beglaset.

Sollen diese Rahmen auch zum Oeffnen eingerichtet werden, um Luft zuführen zu können, so wird der Glasrahmen besonders für sich hergestellt. Derselbe erhält an seiner unteren Fläche an den Kanten herum einen vorstehenden Rand, der über einen an der unteren festliegenden Rahmplatte festgelötheten hochstehenden Rand aufschliesst und diesen vollständig überdeckt, damit kein Wasser eindringen kann. Der obere Glasrahmen wird dann mittelst ein Paar Charnierhängen an der unteren Platte befestigt, so dass er mit Leichtigkeit geöffnet und wieder geschlossen werden kann. Eine Sperrstange dient dazu, wenn der Rahmen geöffnet ist, ihn feststellen zu können.

Man wendet auch vielfach gusseiserne Dachfenster an, welche ebenfalls mit der Dachfläche gleich liegen und deren Rahmen auch der Höhe nach gehoben und durch eine eiserne Sperrstange festgestellt werden können. Diese Dachfenster, welche namentlich vielfach bei Dächern, die mit Dachpfannen eingedeckt sind, Anwendung finden, hat man in verschiedenen Grössen; man hat dieselben von der Grösse, dass sie die Fläche von vier Dachpfannen be-

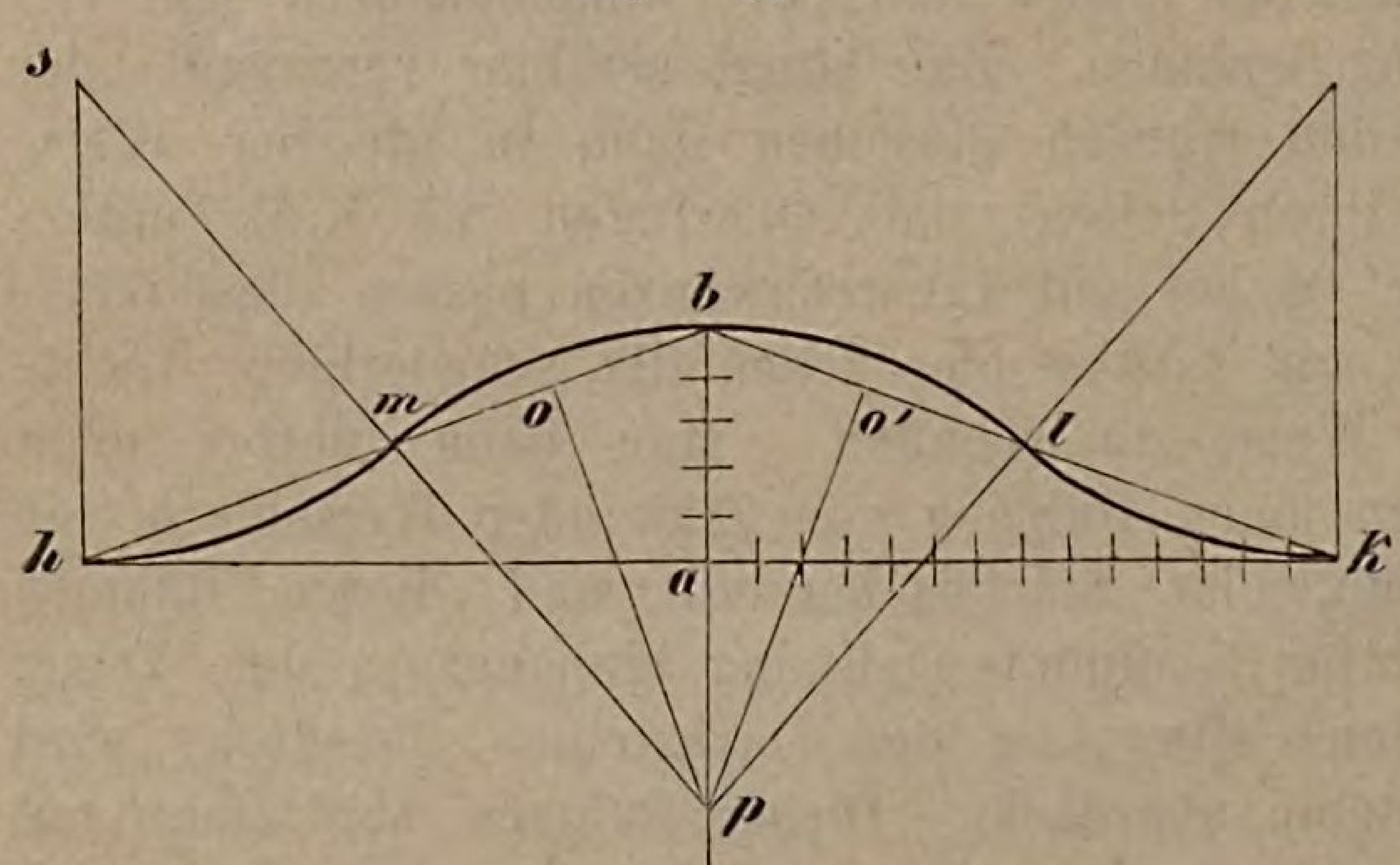
fassen bis zu der Grösse von neun Dachpfannen, in welchem letzteren Falle sie dann eine hinreichend grosse Oeffnung haben, um durch diese auf das äussere Dach zu gelangen. Die Rahmen dieser Dachfenster werden ebenfalls mit glattliegenden dicken Glasscheiben beglaset.

Diese Dachfenster eignen sich ganz vorzüglich für Dachböden, denen nur Luft und Licht zugeführt werden soll. Sie sind aber durchaus nicht für solche Dachräume anwendbar, die bewohnt werden sollen, weil diese Dachfenster, so zweckmässig sie auch sonst sind, durchaus nicht ganz dicht schliessen und daher auch selbst bei geschlossenem Fenster ein fortwährender Luftzug stattfindet.

Man findet diese Dachfenster in den meisten Eisenhandlungen vorrätig und zwar in verschiedenen Grössen. Dieselben werden auf die Dachlatten aufgehängt und hat man nur nötig, an der Stelle der Fensteröffnung die Latten in der Grösse derselben abzuschneiden und zu entfernen.

Eine Art von Dachfenstern, die früher sehr häufig Anwendung fand und zwar bei den mit Biberschwänzen eingedeckten Dächern, sind die sogenannten Fledermaus-Dachfenster. Diese Dachfenster verwendete man vornehmlich desshalb, um die senkrechten Seitenwände bei den Dachfenstern zu vermeiden, indem bei diesen Fledermaus-Dachfenstern die Dachfläche derselben sich überall der übrigen Dachfläche in einer gekrümmten gehobenen Fläche anschliesst und somit eine direkte Fortsetzung derselben bildet; nur die vordere Stirnfläche wird senkrecht. In nebenstehender Figur 293 ist die Konstruktion der vorderen äusseren Stirnlinie eines solchen Fensters dargestellt.

Figur 293.



Die gegebene Fensterhöhe a b theilt man in 5 gleiche Theile; alsdann trägt man von a nach h, sowie auch von a nach k jedesmal 14 solcher Theile, zieht die Linie b h und b k und halbirt diese in m und l. Hierauf errichtet man in der Mitte auf b m in o eine Normale o p, welche sich mit der Verlängerung von b a in p schneidet, und es ist dann p der Mittelpunkt für den Kreisbogen m b l. Zieht man nun die Linien p m und p l und macht auf deren Verlängerungen m s gleich l r gleich p m, so erhält man die Mittelpunkte s und r für die Bogen h m und k l und die gebogene Linie h m b l k aus den Mittelpunkten s p r beschrieben, ist die gesuchte äussere Stirnlinie des Dachfensters.

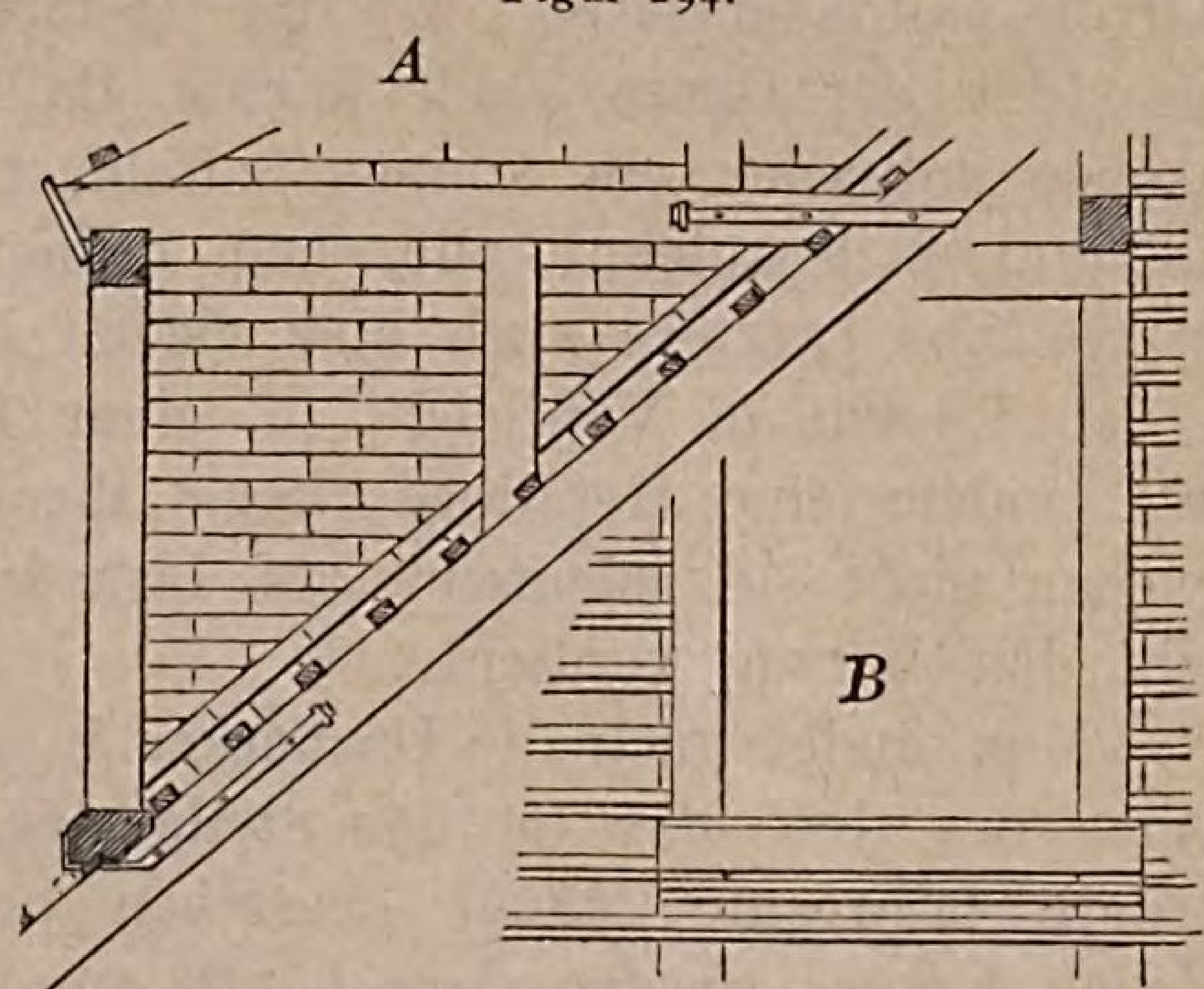
Die vordere senkrechte Stirnwand des Dachfensters muss aus starkem Holze gemacht werden und zwar in Form eines Rahmens, dessen Schwelle mit grossen eisernen Nägeln oder mittelst besonderer dazu hergestellter Eisen auf die Sparren des Hauptdaches befestigt werden. Die Fenstersparren werden mit einer Klaue auf den Obertheil des Rahmens aufgeschnitten und mit starken eisernen Nägeln darauf befestigt. Beim Aufstellen dieser Fenstersparren ist

vorzüglich darauf zu sehen, dass niemals über der Mitte des Fensters ein Sparren zu stehen kommt, sondern die Sparren auf beiden Seiten gleich weit von der Mitte entfernt bleiben, weil sonst die Eindeckung oberhalb nicht die Abrundung erhalten wird. Die Dachfenstersparren müssen möglichst hoch gegen die Dachfläche auslaufen, damit ähnlich, wie bei Anwendung der Aufschieblinge keine Wassersäcke entstehen, welche bei den Dachfenstern noch viel nachtheiliger werden würden. Die Einlattung des Dachfensters, welche fortlaufend mit der übrigen Dachlattung angeordnet wird, wird in der Mitte des Dachfensters etwas enger gelegt als auf der übrigen geraden Dachfläche, weil dieselbe über dem Dachfenster etwas kürzer ist und die gleiche Anzahl von Latten beibehalten bleibt. Die aufzunagelnden Dachlatten müssen nach der gekrümmten Fläche eingebogen werden. Die Dachziegel werden hier in gleicher Weise wie bei der übrigen Deckung eingehängt. Es liegt aber klar auf der Hand, dass hier die in der ansteigenden Dachkurvenfläche liegenden Dachsteine theilweise eine solche Lage erhalten müssen, dass das darüber abfliessende Wasser gleichfalls auch seitwärts abläuft und in die Seitenfugen eindringt und auf der unteren gleichliegenden Steinlage in gleicher Weise sich verbreitet, so dass demnach ein fortwährendes mehr oder weniger starkes Einregnen hierbei stattfinden muss. Diese Dachfenster können daher auch durchaus nicht die Bedingung des Dichthaltens gegen Eindringen von Wasser erfüllen. Ausserdem aber gewähren sie auch eine widerliche Form und sind trotz ihrer grösseren Kosten durchaus nicht zweckentsprechend; sie erfordern zu ihrer Herstellung eine sehr grosse Fläche und bieten verhältnissmässig nur kleine Licht- und Luftöffnungen, wesshalb sie auch nur noch höchst selten oder fast gar nicht mehr in Anwendung kommen. Eine nähere Zeichnung der Eindeckung eines solchen Dachfensters ist hier daher auch ganz überflüssig.

Was die Dachfenster mit geraden Seitenwänden betrifft, so sind diese in ihrer Herstellung nicht nur billiger, sondern sie gewähren auch den grossen Vortheil, dass bei einer geringeren Dachfläche, welche sie zu ihrer Aufstellung erfordern, sie dennoch grössere Licht- und Luftöffnungen geben.

In nebenstehenden Figuren 294 A B ist eines der am häufigsten zur Anwendung kommenden Dachfenster oder Dacherker näher dargestellt.

Figur 294.



Die vordere lothrechte Wand des Dachfensters besteht hier aus einem abgebundenen hölzernen Rahmen, dessen Schwelle auf die Sparren gekämmt ist und durch starke eiserne an die Sparren festgenagelte Bügel festgehalten wird. Oberhalb des Rahmstückes ist über den Eckständer dieses Rahmens und an den korrespondirenden Hauptsparren ein Riegel, ein sogenannter Einzügel, gelegt, welcher auf das Rahmstück aufgekämmt ist und in den Sparren mit einem Zapfen eingreift. Zur weiteren Befestigung wird dieser Einzügel mit dem Hauptsparren jedesmal durch eine starke eiserne Klammer fest verbunden. Innerhalb des Eckständers der Seitenwand wird dann noch ein Zwischenständer in den Hauptsparren und in den Einzügel eingezapft.

In die zu beiden Seiten des Dachfensters über die Eckständer gelegten Einzügel werden dann die Dachfenstersparren mit Zapfen eingesetzt. Diese Dachfenstersparren dürfen nicht zu kurz sein, sondern sie müssen möglichst hoch an das Hauptdach hinauf reichen, damit an der Stelle, wo beide Dächer zusammentreffen keine zu tiefe Einbucht entsteht, welches leicht zu Wassersäcken Veranlassung gibt und bei heftigem Wind- und Regenwetter das Wasser leicht in das Innere des Gebäudes eindringt, wie dieses oben auch schon bei den Aufschieblingen angeführt wurde. Nicht nur zur Unterstützung der Sparren, sondern auch zur Verkleinerung der auszumauernden Fächer der Seitenwände des Dachfensters wird unter jeden Sparren noch ein Ständer eingesetzt. Die sämmtlichen Fächer werden dann ausgemauert und zwar in der Weise, dass die unterste Schicht unmittelbar auf den Hauptsparren und zwar gleichlaufend mit demselben gemauert wird. Die zweite Schicht wird in gleicher Weise gemauert, jedoch wird dieselbe breiter und etwa 5 bis 7 Zentimeter über die Flucht der unteren Schicht nach Aussen vorgeschoben, welche Schicht dann später beim Eindecken des Hauptdaches als Deckschicht dient, indem die einzudeckenden Dachpfannen untergeschoben werden. Der übrige Theil der Fächer darüber wird dann mit horizontalen Schichten ausgemauert, welche aus der Fluchtlinie des Erkers nicht vortreten. An der Stelle der Ständer wird, um auch hier eine hinreichende Deckung und Dichtung der Fuge zwischen Dachziegel und Holz zu erhalten, ein breiter Streifen Dachblei angenagelt, welches dann über den anliegenden Dachziegel übergebogen wird. Der Zwischenraum zwischen der ausgeschobenen Deckschicht und der untergeschobenen Dachziegelreihe wird mit Mörtel dicht ausgestrichen.

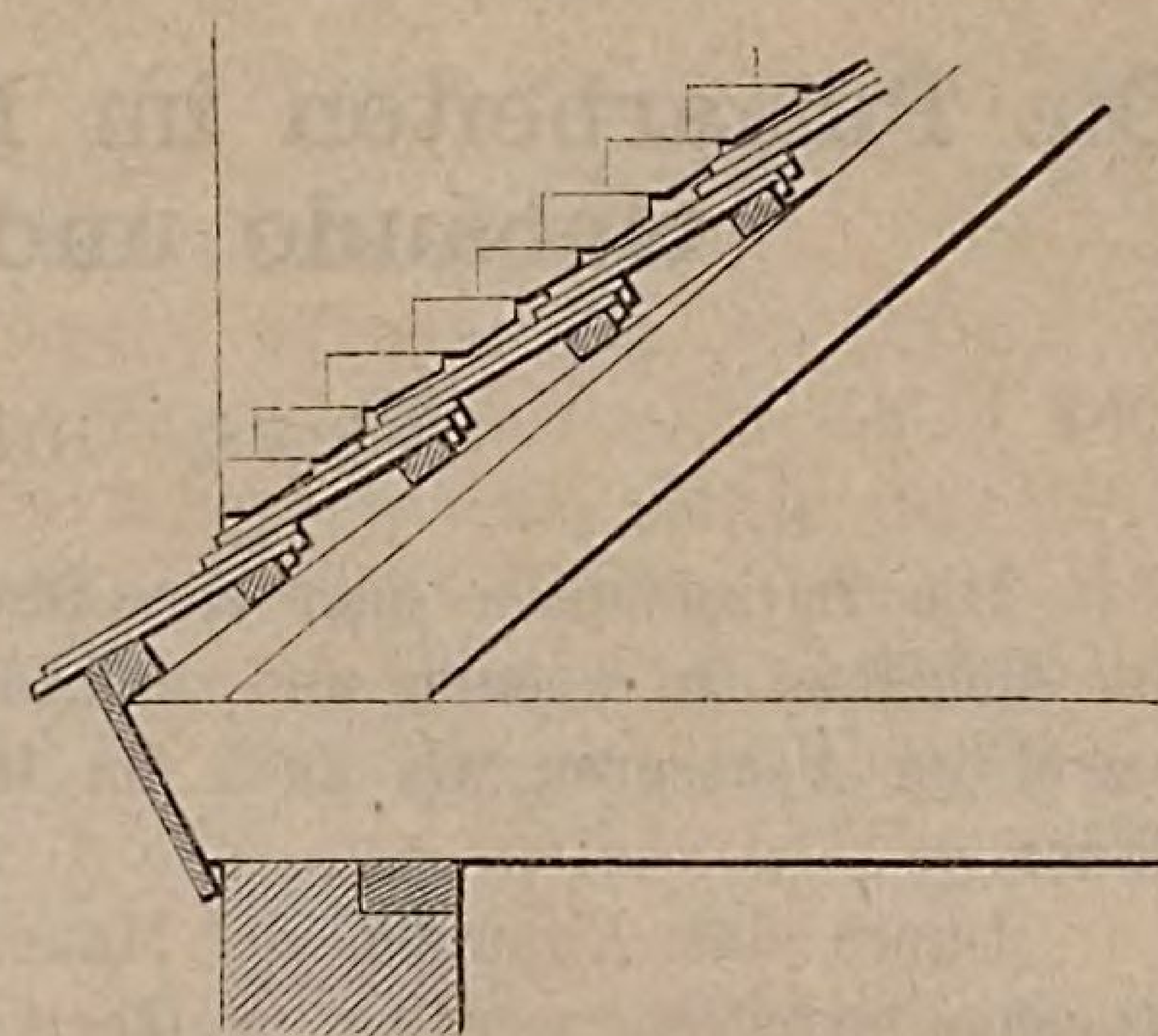
Statt eines solchen Daches über dem Dachfenster findet man sehr häufig auch ein kleines Satteldach ausgeführt, oder man findet auch vielfach das Dach als flaches Dach ausgeführt und mit Metall eingedeckt, welches jedenfalls das zweckmässigste ist.

Werden die Dachfenster über zwei Sparrenfache ausgeführt, so muss der mittlere Sparren ausgewechselt werden. Die übrige Befestigung der vorderen Wand und die Aufstellung der Seitenwände bleibt dann dieselbe, wie beim ersteren Fall angeführt wurde, es werden aber dann nicht die Dachfenstersparren pultdachmässig, wie im ersteren Falle angegeben, gelegt, sondern man legt der Quere nach leichte Balken über die Einzügel und errichtet darüber entweder ein kleines Satteldach, welches sich mit Schossrinnen an das Hauptdach anlehnt, oder man ordnet ein flaches Dach mit Metallbedeckung an, welches Letztere auch hier wieder den Vorzug verdient. Ein Unterschied in den Kosten in Vergleich zu einer Steinbedachung findet zwar jedenfalls statt, indem eine Metallbedachung theuerer wird; allein der Unterschied ist dennoch nicht so bedeutend, als dass dieserhalb die Metallbedachung dennoch nicht den Vorzug verdiente.

Man findet auch die Dacherker in der Weise ausgeführt, dass die Frontmauer des Gebäudes an der Stelle des Dacherkers höher aufgeführt und als vordere lothrechte Mauer desselben benutzt wird. Die Seitenwände eines solchen Erkers werden dann häufig aus Ständerwerk hergestellt, welches jedesmal auf den Sparren des Hauptdaches aufsteht. Vortheilhafter, wenn auch durchaus nicht konstruktionsmässig, ist es dann jedenfalls, wenn man die Seitenwände des Dacherkers nicht auf den Dachsparren herstellt, sondern dieselben als massive Mauern in der Stärke eines halben Steins bis zum Fussboden herabführt und ihnen hier zur Unterlage eine starke Schwelle von Holz gibt. Diese Seitenwände werden dann mit der vorderen Mauern in Verband

aufgeführt. Nach der Linie, wo die Dachziegel gegen die Seitenmauer stossen, werden unmittelbar über den Dachziegeln die Mauersteine der einzelnen Schichten treppenförmig herausgerückt, wodurch dann die Fuge zwischen Dachziegel und Seitenmauer vollständig gedeckt wird. Diese Anordnung ist in nebenstehender Figur 295 näher dargestellt.

Figur 295.



Wollte man statt der hier erwähnten massiven Seitenmauern solche von Fachwerk ausführen, so würde die Dichtung der Fuge zwischen Seitenwand und Dachziegel sehr schwer zu erreichen sein.

Schliesslich ist noch zu bemerken, dass bei Ausführung der in voriger Figur 294 A B dargestellten Dachfenster die Schwelle des vorderen Rahmens unterwärts so viel ausgearbeitet werden muss, dass die Dachziegelreihe darunter vollständig aufgehängt werden kann und bedeckt wird. Zur vollständigen Dichtung der vorhandenen Fuge zwischen Schwelle und Dachziegel ist es notwendig, dass an die Schwelle in der ganzen Länge derselben ein breiter Streifen Dachblei genagelt wird, welches dann an die Dachziegel dicht angebogen wird. Ist das Dach mit Biberschwänzen eingedeckt, so wird die Reihe unter der Schwelle doppelt gelegt, um hier eine vollständige Fugendeckung zu erhalten.

Werden Schornsteine an irgend einer Stelle zum Dache hinaus aufgeführt, so werden bei Aufmauerung derselben aus den Seitenmauern der Schornsteine die einzelnen Steine um mehrere Zentimeter herausgeschoben, in ganz gleicher Weise, wie dieses in Figur 295 angedeutet ist, um eine Deckung und Dichtung der Fuge zwischen Schornsteingemäuer und Dachbedeckung zu erhalten. Wird der Schornstein nun seitwärts zum Dache hinaus aufgeführt, so muss an der Rückseite des Schornsteins, gegen welche das oberhalb auf der Dachfläche sich sammelnde Regenwasser fliesst, eine solche Anordnung hergestellt werden, wodurch das Wasser nach beiden Seiten hin abgeleitet wird. Man verwendet hierzu entweder Hohlziegel oder vortheilhafter eine breite Metallrinne, welche an ihrem gegen den Schornstein lehnenden Rand durch eine vortretende Mauerschicht um 4 bis 5 Zentimeter überdeckt wird, damit auch das am Schornstein herabfliessende Wasser in der erwähnten Rinnenvorrichtung abgeführt werde.

Es ist sowol bei Erwähnung der Aufschieblinge als auch bei dem in Figur 294 näher dargestellten Dachfenster die Rede von etwa sich bildenden Wassersäcken gewesen. Bei den Aufschieblingen kann man diesem Uebelstande nun in wesentlichem Grade dadurch abhelfen, wenn man an der Stelle, wo die Aufschieblinge mit ihrem oberen Ende an die Sparren sich anlegen, eine erheblich stärkere Dachlatte aufnagelt. Hierdurch wird der sonst entstehende Winkel mehr vermieden und die Dachfläche wird an dieser Stelle mehr bogenförmig. Bei den Dachfenstern ist dieses aber nicht anwendbar, weil hier durch eine solche Anordnung in der Dachdeckung Unregelmässigkeiten entstehen würden.

Zwölftes Kapitel.

Die Putzarbeiten im Innern und Aeussern der Gebäude und die Fussböden.

§ 78. Die Putzarbeiten.

Die Putzarbeiten oder der Bewurf der Mauern und Decken mit Mörtel, um dieselben zu ebenen und zu glätten, sind in sofern zu unterscheiden, als sowol im Aeusseren als auch im Inneren der Gebäude dieselben Anwendung finden.

Durch das Abputzen der Mauern und Decken soll nicht nur ein besseres Ansehen erhalten werden, sondern es soll durch das Abputzen der Mauern und namentlich im Aeussern der Gebäude ein wirksamer Schutz derselben gegen die Witterung und deren Einflüsse erhalten werden. Es liegt daher auf der Hand, dass der äussere Abputz sich wesentlich von dem inneren Abputz der Gebäude in Hinsicht der dazu zu verwendenden Materialien unterscheiden muss.

Wenn der gewöhnliche Luftmörtel oder schlechtweg Steinkalkmörtel im Inneren der Gebäude unter genügenden Schutz gegen die äussere Witterung binnen nicht zu langer Zeit genügend austrocknet und hinreichend erhärtet, so findet dieses doch keineswegs statt, wenn derselbe am Aeusseren der Gebäude zur Anwendung gebracht wird. Wenn dann hier auch bei anhaltender trockner Witterung der verwendete Mörtel austrocknet und derselbe scheinbar erhärtet, so ist doch die Beschaffenheit des Mörtels keineswegs der Art, dass derselbe bei anhaltend feuchter Witterung und namentlich bei Regenwetter auch nunmehr dem Eindringen und Aufsaugen des Wassers Widerstand leisten kann. Die Feuchtigkeit dringt durch die Kalkschicht und theilt sich dann dem Inneren der Mauer mit. Hätte der Mörtel die Eigenschaft, nach dem Erhärten nicht mehr das Wasser durchzulassen oder einzusaugen, so würde er auch im Aeusseren als Putzmörtel anzuwenden sein. Es fehlt demselben aber die hydraulische Eigenschaft, nach dem Erhärten gegen Wasser undurchdringlich zu sein, und daher lässt dieser Luftmörtel sich auch nur im Inneren der Gebäude als Putzmörtel anwenden, wo er den direkten Einflüssen der äusseren Witterung ganz entzogen ist. Zum äusseren Abputz der Gebäude lässt sich demnach nur ein hydraulischer Mörtel, welcher den Einflüssen der Witterung widersteht, mit Vortheil und Sicherheit anwenden.

Vielfach wird nun auch ein Unterschied gemacht in sofern, dass man vorschreibt, denjenigen Mörtel, womit die Hauptwetterseite des Gebäudes, welche dem Schlagregen ausgesetzt ist, abgeputzt werden soll stärker hydraulisch zuzubereiten, als denjenigen, womit die anderen dem Wetter weniger ausgesetzten Seiten des Gebäudes abgeputzt werden sollen. Diese Vorschrift ist aber keineswegs so unbedingt richtig; denn, wenn die westlichen Winde auch vorherrschend sind und auch vorwiegend Regen und Sturm zuführen, so findet dasselbe doch auch bei östlichen Winden statt und ist es dann nicht selten der Fall, dass nach stattgehabten regnigtem Wetter gleich darauf Frost

eintritt, wo dann der mehr oder weniger mit Wasser durchdrungene Mörtel, vorausgesetzt, dass er weniger hydraulisch und fest ist, als der an der Hauptwetterseite verwendete Mörtel, sehr leicht abfriert. Es ist daher jedenfalls viel zweckmässiger und sachgemässer, dass zum äusseren Abputz eines Gebäudes überall ein gleich guter und tüchtiger Mörtel verwendet werde.

Schwierig ist es, diejenigen Mauerflächen, welche von der aufsteigenden Erdfeuchtigkeit infizirt sind, dauerhaft abzuputzen. Meistens bleibt der äussere Abputz solcher Mauern feucht und friert bei stärkerem Froste ab. Erreicht man aber auch einen festen haltbaren durchaus wasserdichten Abputz, so verbreitet sich die aufsteigende Erdfeuchtigkeit nur um so schneller hinter dieser Decke und infizirt die höher gelegenen bis dahin trocknen Stellen der Mauer, wodurch nur noch der Uebelstand vergrössert wird. Man bringt daher meistens unmittelbar über der Erde, wenigstens bei Hauptgebäuden äusserlich Plinten oder Sockeln von Sandstein- oder Granitplatten an, welche des Abputzes nicht bedürfen und geht dann der Abputz nur bis zur Oberkante dieser Plinten.

Man mauert auch die Plinten von Klinkern (bis zur Verglasung gebrannte Steine) und werden diese Plintenmauern dann ausgefugt.

Diese Anordnungen verhindern aber keineswegs das Aufziehen der Erdfeuchtigkeit, sondern nur die unmittelbare Einwirkung des anspritzenden Wassers bei heftigem Regen, und wenn bei dieser Anordnung die aufziehende Feuchtigkeit in ihrer nachtheiligen Wirkung auch nicht innerhalb kürzerer Zeit äusserlich sichtbar wird, so tritt sie doch später jedenfalls zu Tage, wenn sie erst so hoch aufgezogen ist, dass die Mauer oberhalb der Plinte davon ergriffen wird. In wirksamer Weise kann das Aufziehen der Erdfeuchtigkeit nur dadurch verhindert werden, wenn man, wie dieses auch schon weiter oben angeführt wurde, die sämmtlichen Fundamente und Grundmauern mit starkem hydraulischen Mörtel aufmauert und zu diesen Mauern nur durchaus gute und gar gebrannte Mauersteine verwendet.

Höchst nachtheilig in dieser Beziehung ist die Verwendung der Kalksteine zu Fundamenten. Durch die unmittelbare Berührung der Kalksteine mit der angeschütteten Erde, welche sowol organische, stickstoffhaltige als auch thierische Stoffe enthält, bildet sich ein Mauersalz, welches den etwa bereits festgewordenen Mörtel in den Fugen wieder vollständig erweicht und somit Feuchtigkeit hervorbringt, gleichzeitig aber auch nach oben hin sich verbreitet, welchem Uebelstande aber dann in keiner Weise abzuhelfen ist. Diesem Uebelstande ist in keiner anderen Weise vorzubeugen, als in der Nichtanwendung der Kalksteine zu Fundamentmauern unter der Erde. Ueber der Erde in der Mauer angebrachte Isolirschichten, als entweder Bleiplatten, Glas, Asphalt, Mastix oder dergleichen, sind nur Palliativmittel gegen diesen Uebelstand und schützen durchaus nicht in hinreichendem Maasse gegen das Aufsteigen der Erdfeuchtigkeit, weil dieselbe vielmehr auch in dem Abputz der Mauer sich nach oben hin verbreiten kann.

Ueber die zweckmässigste Zeit, wenn der äussere Abputz eines Gebäudes herzustellen ist, möchte bei der ungemeinen Uebereilung, womit in gegenwärtiger Zeit die Gebäude hergestellt werden, kaum etwas anzuführen sein, weil es doch im Allgemeinen sehr wenig Beachtung finden wird. Und dennoch darf dieses nicht unbesprochen bleiben. Die zweckentsprechendste Zeit für die Herstellung des äusseren Abputzes eines Gebäudes ist jedenfalls die Frühjahrszeit, wo die Sonnenwärme noch nicht so stark einwirkt und daher der Putz

auch nicht so rasch austrocknen kann. Ein langsameres Austrocknen des Putzes trägt dazu bei, die innigere Verbindung zwischen der Oberfläche des Steins und dem Anwurf zu fördern, wo dagegen bei einem schnelleren und rascheren Austrocknen des Putzes der Mörtel für sich eher fest wird, ohne aber mit den unterliegenden Steinen sich genügend verbunden zu haben. Man kann sich hiervon leicht durch Anklopfen überzeugen, an welchen Stellen der Putz sich mit den Steinen wirklich verbunden hat oder nicht; der hohle klappernde Klang beim Anklopfen gibt von der fehlenden Verbindung vollständig Kunde. Bei dem zu raschen Austrocknen des Mörtels zieht sich derselbe zusammen und sein Volumen wird kleiner; die Verbindung des Mörtels bleibt zwar vorhanden, es entstehen aber in demselben eine Menge feiner, kaum sichtbarer Risse und bleibt der Mörtel nur an einzelnen Stellen am Mauerwerk innig haften, indem er hier mit der Mauer sich verbindet. Dieses gibt leicht Veranlassung, dass der Putz in grösseren Flächen sich ablöst und herabfällt. Man will nun dadurch, dass man das Mauerwerk mit sogenannten hohlen Fugen aufführt, indem man die Fugen bis zu einer Tiefe von etwa 2 Zentimeter an der äusseren Fläche ohne Mörtel lässt, diesem nachtheiligen Umstande begegnen, indem der Anwurfmörtel in die Fugen eindringt und hierdurch der spätere Abputz besser haften soll. Allein dieser Vortheil wird dadurch nicht erreicht, denn beim Anwurf dringt der Mörtel keineswegs so tief in die Fugen ein, dass sie sämmtlich ausgefüllt werden, oder man müsste jede einzelne Fuge besonders vollwerfen, welches aber zu vielen Zeitverlust mit sich führen würde, und daher auch unterbleibt. Aber auch das Schwinden des in die Fugen eingeworfenen Mörtels beim raschen Trocknen des Mörtels übt eben auch hier einen sehr nachtheiligen Einfluss auf die Festigkeit des späteren Abputzes. Es ist durchaus kein Nachtheil dabei, wenn man das Mauerwerk mit vollen Fugen mauert; im Gegentheil erhält man dadurch eine Menge Punkte, wo der Abputzmörtel weniger rasch trocknet, nämlich an den Mauerfugen. Man kann dieses deutlich daran sehen, dass bei einem frisch abgeputzten Gebäude die Stellen der Mauerfugen längere Zeit zum Austrocknen nötig haben, indem diese durch die dunklere Färbung leicht erkennbar sind und auch länger sichtbar bleiben.

Die Frühjahrszeit wird aber in den wenigsten Fällen dazu angewendet, die Gebäude im Aeussern abzuputzen, sondern man wählt jede beliebige Jahreszeit, je nachdem dieses das Fortschreiten des Baues zulässt. Selbst die Winterzeit wird dazu benutzt, wenn nicht augenblicklicher Frost davon abhält. Im Allgemeinen nimmt man gegenwärtig sehr wenig Rücksicht darauf, ob die Arbeiten gut und solide ausgeführt werden, sondern es ist in jetziger Zeit die Hauptsache, die Arbeiten möglichst rasch zu fördern, um so das betreffende Gebäude in möglichst kurzer Zeit nutzbar machen zu können.

Dass man wegen des besseren Austrocknens der Mauer, dieselbe eine Zeitlang unabgeputzt stehen lassen soll, ist eine Bestimmung, die weniger Beachtung verdient. Bei stärkeren Mauern trocknet die innere Feuchtigkeit nur sehr langsam und schwer aus und ist dieselbe für den äusseren Abputz in keiner Weise nachtheilig, sondern sie trägt auch wieder dazu bei, dass die Verbindung zwischen Abputz und Mauer nachhaltiger und fester wird.

Der Mörtel zum Abputzen der Mauern besteht gewöhnlich aus einem Mörtelbrei von ähnlicher Konsistenz, wie man ihn auch zum Mauern verwendet, für den Abputz der Mauern im Aeusseren muss, wie dieses auch bereits oben erwähnt wurde, der Mörtel hydraulisch sein und darf nicht der gewöhn-

liche Luftmörtel dazu verwendet werden. Damit der Mörtel auf der Mauerfläche einen genügenden Anhalt findet, muss die äussere Fläche der abzuputzenden Mauer vorab mit einem stumpfen Besen von allen Staubtheilchen möglichst gereinigt werden. Sollen alte Mauern von denen der Mauerputz abgefallen ist, wieder aufs Neue abgeputzt werden, so genügt es nicht, die Oberfläche derselben nur von den noch anhaftenden Kalktheilchen zu reinigen, sondern es ist auch notwendig, die Oberfläche der Steine selbst mit einem geschärften Maurerhammer einhauen oder einpicken zu lassen und ferner die Mauerfugen möglichst tief auszukratzen, damit zum Anhaften des aufzutragenden Putzes eine mehr oder weniger neue Oberfläche erhalten und die Ursache, wodurch der Mörtel abgefallen ist, mehr oder weniger gehoben wird. Dieses ist auch selbst dann erforderlich bei neuen Mauern, wenn der Putz auf denselben abgefroren ist, weil die übrig gebliebene Mörteloberfläche durch Frost ebenfalls gelitten und daher ihre fernere Bindekraft zu dem neu aufzutragenden Mörtel verloren hat.

Der Mörtelabputz darf nicht zu dick aufgetragen werden, weil, wenn er sich nur für sich bindet und erhärtet und demnach sich nicht genügend mit der Mauer verbunden hat, um so eher wieder abfällt. Man macht ihn gewöhnlich nicht stärker als 13 bis 15 Millimeter. Wie schon erwähnt, wird, ehe der Putzmörtel angetragen wird, die Mauer mit einem stumpfen Besen gehörig abgestäubt und dann mittelst eines Maurerpinsels durch Ansprengen von Wasser tüchtig angenässt, damit der angeworfene Putz nicht durch eine zu trockene Mauerfläche abgestossen wird. Auf ganz trockenen Mauerflächen haftet der Putz wol anfänglich beim Anwerfen, er verbindet sich aber nicht mit derselben und sobald der Abputz getrocknet ist, löset er sich dann mehr oder weniger von der Mauer wieder ab. Beim Anklopfen entsteht dann, wie schon oben erwähnt, ein hohler klappender Klang, welcher ein Loslösen des Putzes deutlich kund gibt.

Der zum äusseren Abputz zu verwendende Mörtel darf weder zu fett noch zu mager sein. Im ersteren Falle reisst er beim Trocknen sehr leicht und bekommt sehr viele feine Sprünge, welche das Wasser leicht einziehen und dann bei eintretendem Froste auseinandergesprengt werden. Ist der Mörtel zu mager, so wird er nicht fest und lässt sich leicht abreiben und abbröckeln. Unter allen Umständen aber muss der hierzu verwendete Mörtel hydraulisch sein. Zum Mörtel darf man überall nicht frischgelöschten Kalk verwenden, weil derselbe anfänglich noch zu viele nicht vollständig gelöschte Theilchen enthält, die sich später erst vollständig auflösen. Sind solche Theilchen im Putzmörtel enthalten, so geben sie sich dadurch kund, dass kegelförmige vertiefte Löcher in der Oberfläche des Putzes entstehen, in deren Spitze dann das betreffende ungelöschte Kalktheilchen sich vorfindet. Je älter daher der zum Mörtel verwendete gelöschte Kalk ist, desto mehr ist man gegen diese Nachtheile gesichert. Bei dem zum Mauern verwendeten Mörtel kommt dieses weniger in Betracht, wenngleich es auch hier vortheilhafter ist, den gelöschten Kalk erst längere Zeit nach dem Löschen zu verwenden.

Um den gewöhnlichen Luftmörtel hydraulisch zu erhalten, setzt man demselben einen genügenden Zusatz von Zement zu. Eine Hauptsache ist, einen solchen Zement als Zusatz zu wählen, der nicht zu schnell bindet, weil sonst die Erhärtung des Mörtels auf der Mauerfläche erfolgt, ohne dass eine genügende Verbindung mit derselben eingetreten ist, in welchem Falle dann der Abputz sich später sehr leicht wieder ablöset. Ein zu schnelles Binden des

Mörtels ist auch schon desshalb nachtheilig, weil durch das spätere Annässen und Abreiben der Oberfläche, diese dann wieder aufgelöst werden und ihre Bindekraft gänzlich verlieren würde. Ueber die Menge des erforderlichen Zusatzes von Zement zum Kalkmörtel lassen sich nun keineswegs bestimmte Vorschriften geben, weil dieselbe immer abhängig ist von der Beschaffenheit des zu verwendenden Zementes. Es gibt aber ferner eine grosse Menge verschiedener Zemente, deren Eigenschaften auch wieder sehr verschieden sind und daher auch die Verarbeitung derselben nicht immer gleich sein kann. Es ist daher notwendig, dass man durch vorher angestellte Versuche im Allgemeinen die Grösse des Zementzusatzes bestimmt.

Ein sehr selten angewendetes Material als Zusatz zum Mörtel für äusseren Abputz ist der Trass. Dieser hat die Eigenschaft je nach der Grösse des Quantums als Zusatz zum Mörtel, demselben die Eigenschaft eines weniger oder stärker hydraulischen Mörtels zu geben; gleichzeitig hat er aber auch die gute Eigenschaft, nicht sofort zu binden und zu erhärten, sondern bis zum Zeitpunkt seiner Erhärtung hat man noch genugsam Zeit, die Oberfläche des aufgetragenen Mörtels gehörig bearbeiten zu können, ohne die spätere Bindekraft zu zerstören, wie dieses sehr häufig stattfindet, wenn man schnell bindenden Zement in zu grosser Menge zum Mörtel zusetzt, oder auch mit Zement und Sandzusatz allein abputzt. Ein schnell bindender Zement als Zusatz zum Mörtel ist überhaupt nachtheilig; denn ist die Menge des Zusatzes nur geringe, so kann der Zement seine Bindekraft auf den Mörtel nicht weiter äussern; ist dagegen die Menge zu gross, so bindet der Mörtel zu schnell und es treten dann die oben erwähnten Nachtheile hervor.

Man wendet im Aeusseren zweierlei Abputz an, entweder den Rappputz oder den glatten Abputz.

Der Rappputz besteht darin, dass man den Mörtel, nachdem die Mauer vorher von allen Staubtheilen gehörig gereinigt und darauf tüchtig angenässt ist, in möglichst gleichmässiger Stärke an die Mauer mittelst der Maurerkelle anwirft, und dann, ehe derselbe anfängt zu binden oder zu erhärten, mit einem stumpfen kleinen Haidbesen einstippt, wodurch der Mörtelabputz auf seiner Oberfläche eine Menge kleiner Vertiefungen erhält. Eine weitere Bearbeitung des Abputzes findet nicht statt. Hierbei hat man hauptsächlich nur darauf zu sehen, dass der Anwurf in möglichst gleichmässiger Stärke erhalten wird, welches bei einiger Aufmerksamkeit Seitens des Arbeiters auch leicht zu erreichen ist. Der Mörtel wird auch hierbei nicht stärker aufgetragen als oben angeführt wurde. Dieser Abputz erhält, wenn derselbe erhärtet ist, eine grosse Festigkeit, weil hier die Bindekraft des Mörtels in keiner Weise wieder gestört wird. Der hierzu zu verwendende Mörtel darf nicht zu schnell binden und erhärten, um mit der Mauerfläche eine genügende Verbindung zu erhalten.

Soll eine Mauer glatt abgeputzt werden, so trägt man erst an beiden Enden desselben oben in gleicher Höhe sogenannte Lehrpunkte an, welche aus rauhem Abputzmörtel angeworfen und dann mit einem Reibebrett oberflächlich geglättet werden. Zwischen diesen beiden Lehrpunkten trägt man in Entfernungen von etwa 1,50 Meter weitere Lehrpunkte an, die nach einer über die beiden ersten Punkte durchgezogenen Schnur abgeebnet oder abgerieben werden, so dass also sämmtliche angetragene Lehrpunkte gleiche Dicke erhalten. Unterhalb werden in gleicher Weise unter den bezüglichen Lehrpunkten, Lehrpunkte angetragen. Nunmehr werden die Putzlehren an-

getragen und zwar jedesmal zwischen zwei korrespondirenden Punkten und nach diesen Punkten mit einem grossen Richtscheit abgeebnet und mit einem etwa 1,6 Meter langen, 15 Zentimeter breiten Reibebrette (Kartätsche) oberflächlich abgerieben. Nach Herstellung der sämmtlichen Putzlehren erhält man eine Anzahl von Zwischenfeldern, welche nunmehr mit dem Putzmörtel beworfen und dann mit einem über zwei nebeneinander liegenden Putzlehren aufgezogenen Richtscheite abgeglichen werden. Nachdem dieser Anwurf einigermaassen angezogen ist, wird, um die noch vorhandenen Löcher und Unebenheiten auszufüllen, ein zweiter, jedoch etwas mit Wasser verdünnter Anwurf gemacht und dieser dann nochmals mit dem Richtscheite, oder besser noch mit der Kartätsche nach den Putzlehren abgeglichen, indem man das Brett der Kartätsche in etwas schräger Lage mit der einen Kante dicht anlegt und dieselbe etwas hin und her bewegend aufzieht und den darüber sich sammelnden Mörtel in die Vertiefungen und Löcher, wo sich solche noch vorfinden, eindrückt. Soll der Abputz dann nicht überaus fein hergestellt werden, so reibt man ihn unmittelbar darauf mit dem Reibebrett nach, wobei selbstverständlich einige Uebung erforderlich ist, um nicht an einer Stelle zu sehr abzureiben und dagegen an anderen Stellen wieder aufzutragen. Beim Abreiben des Putzes wird etwas Wasser angewendet, indem man mittelst des Maurerpinsels die abzureibende Stelle während des Abreibens etwas ansprengt.

Soll der Abputz sehr fein hergestellt werden, so wird mit einem grösseren Reibebrette noch einmal ein dünner und mit etwas feinerem Sande vermischter Mörtel über die vorher mit der Kartätsche zugerichtete Fläche aufgetragen und dieser Ueberzug dann mit Vorsicht abgerieben. Der zum Putzmörtel verwendete Sand muss möglichst rein sein und darf keine erdigen Theile enthalten, welche das Festwerden des Putzes nur in hohem Grade hindern würden, wenngleich die Arbeiter sich solchen unreinen und feinen Sandes wegen der leichteren Arbeit sehr gern bedienen. Zum Unterputz ist es durchaus nicht nachtheilig, sondern sogar vortheilhaft, wenn zu dem Putzmörtel grober aber reiner Sand zugesetzt wird.

Hat man Ecken anzuputzen, so befestigt man, um dieselben scharf und lothrecht zu erhalten, zunächst an der einen Wandfläche in lothrechter Stellung ein Richtscheit, welches so viel vor der zunächst abzuputzenden Mauerfläche vortretend wird, als die Stärke des Putzes an dieser Mauerfläche betragen soll. Dann bringt man den Anwurf an und zwar bis unmittelbar gegen das Richtscheit und gleicht diese vordere Fläche nach der Kante des Richtscheits aus. Diese erste Befestigung des Richtscheits geschieht gewöhnlich mit eisernen Scharhaken, welche in die Mauerfugen eingeschlagen werden. Hierauf wird das Richtscheit abgenommen und in gleicher Weise auf der schon geputzten Fläche befestigt. Diese Befestigung geschieht nun entweder in gleicher Weise mit Scharhaken, oder man legt auf die flache Seite des Richtscheits an einigen Stellen etwas Mörtel und reibt dann dasselbe gegen die geputzte Mauerfläche an, worauf dann, wenn das Richtscheit seine richtige Stellung hat, auf der zweiten Mauerfläche in derselben Weise gegengeputzt wird, als im ersten Fall. Dieses Hilfsmittels bedient man sich jedoch nur beim Rauh- oder Unterputz; beim nachherigen Glattputz findet dasselbe keine Anwendung mehr, sondern man benutzt dann die Kartätsche zum Vorreiben der Ecke und das kleinere Reibebrett alsdann zum Nachputzen derselben. Hierzu gehört selbstverständlich Uebung und Akkuratesse Seitens des Arbeiters, um die Arbeit gut auszuführen.

Sind vortretende Gliederungen oder Gesimse zu putzen, so bedarf man dazu einer besonderen Schablone, in welcher die Gliederungen mit ihrem ganzen Vorsprung eingeschnitten sind. Diese Schablonen werden von Holz gemacht und zwar der Leichtigkeit wegen aus einem Brette. Damit aber die Gesimsprofilirungen sich nicht schnell abnutzen oder gar abbrechen können, so wird die Schablone an ihrem äusseren Rand mit starkem Eisenblech belegt, welches mit Schrauben darauf befestigt wird. In diesem Eisenblech wird nun die Profilirung in ihrer ganzen Ausdehnung ausgeschnitten und das Holz an der Kante unmittelbar hinter dem Eisen nach hinten etwas abgeschrägt, damit beim Durchziehen mit der Schablone durch vorstehendes Holz der angetragene Putz nicht wieder losgerissen werden kann.

Die Schablone erhält eine solche Breite, dass, wenn sie senkrecht angehalten wird, mit ihrer unteren Kante über das Gesimsglied hinweg bis an die Mauer reicht. In dieser unteren Kante wird ein Falz eingeschnitten, welcher genau auf eine unterhalb des zu putzenden Gesimses an der Mauer befestigte wagerechte Gesimslatte passt, auf welcher letzteren dann die Schablone entlang gezogen wird.

Soll nun ein Gesimse geputzt werden, dessen Gliederungen schon vorher durch Auskragen der betreffenden Mauerschichten gemauert sind, so wird zunächst in der erforderlichen Höhe die Gesimslatte vollständig wagerecht mit starken eisernen Scharhaken an der Mauer befestigt, und darüber dann zur näheren Bestimmung der Stärke des anzutragenden Mörtels die Schablone entlang gezogen. Damit aber die Schablone beim Durchziehen auch in einer stetigen richtigen Lage erhalten werden kann, so versieht man dieselbe mit einem sogenannten Schlitten, an welchen die Schablone befestigt und durch zwei schräge an dem lothrechten Schablonenbrette und dem Schlitten befestigte Leisten vollständig in ihrer Stellung erhalten wird. Diese Einrichtung ist auch selbst bei kleineren Schablonen sehr zweckmässig, weil dadurch auch beim Gebrauch derselben die Arbeit sehr erheblich erleichtert wird. Ist nun Alles vorbereitet, so wird, nachdem die Mauer, worauf das Gesimse gezogen werden soll, mit Wasser gehörig angenässt ist, der Mörtelanwurf nach der Länge des Gesimses gemacht. Sobald nun ein Theil des Putzmörtels angeworfen ist, wird sofort die vorher in Wasser eingetauchte Schablone angesetzt und auf der Gesimslatte fahrend darüber entlang gezogen, ohne dass aber der erstere Arbeiter mit diesem weiteren Anwerfen des Mörtels bis zum Ende des Gesimses aufhört. Es wird somit das Gesimse erst in seiner ganzen Länge durchgezogen. Der zweite Mörtelanwurf wird in derselben Weise, jedoch etwas mehr mit Wasser verdünnt angetragen und auf's Neue wird die Schablone entlang gezogen. Dieses wird so häufig wiederholt, bis die Glieder ziemlich scharf erscheinen. Nunmehr lässt man den Mörtel eine kurze Zeit anziehen, ohne dass derselbe aber fest geworden ist oder vollständig gebunden hat. Dann trägt man noch etwas feineren und dünneren Mörtel an, zieht nochmals mit der Schablone durch, wo man dann gewöhnlich hinreichend scharfe Kanten erhält und noch etwa sich vorfindende kleine Unebenheiten mit einer kleinen Kelle (Fugeisen) oder auch mit einem Messer nachputzt, wenn der Mörtel angezogen hat. Vor dem jedesmaligen Durchziehen mit der Schablone muss aber diese, sowie auch die Gesimslatte, auf welcher dieselbe fortgezogen wird, vollständig mit Wasser wieder abgewaschen werden.

Bei diesen Arbeiten hat man sich aber sehr zu hüten, die mit Putzmörtel herzustellenden Gesimsgliederungen zu tief auszuhöhlen oder zu unterschneiden,

weil daraus die Schablone schwierig wieder zu entfernen ist und beim Herausziehen der Schablone dann der Putz gewöhnlich wieder abgerissen wird. Will man tief unterhöhlte oder tief unterschnittene Gesimse zur Anwendung bringen, so müssen diese von Sandstein hergestellt werden.

Sind die Gliederungen, welche geputzt werden sollen, vertieft, so tritt die betreffende Profilirung an der Schablone hervor; im Uebrigen ist die Anwendung der Gesimslatten und des Schlittens an der Schablone ganz dieselbe, wie dieses oben erwähnt wurde.

Sind die Gliederungen kreisrund zu ziehen, so wird die Schablone im Mittelpunkt des zugehörigen Kreises so befestigt, dass sie sich um den Mittelpunkt im Kreise herumbewegen lässt. Im Uebrigen ist das Verfahren des Putzens dasselbe, wie oben angegeben ist.

Kommen hierbei Verkröpfungen oder Ecken vor, so lassen sich diese nicht mit der Schablone fertig putzen, sondern diese müssen aus freier Hand geputzt werden und wird die betreffende Schablone nur angelegt, um die Richtigkeit der Profilirung zu untersuchen.

Bei solchen Gebäuden, welche später wegen ihrer bedeutenden Höhe schwierig zu berüsten sind, als hohe Schornsteine, Thürme und dergleichen Bauten, ist es jedenfalls vorzuziehen, die Mauern gleich in der Weise und mit solchem Material aufzuführen, dass sie keines weiteren Abputzes bedürfen, sondern nur dafür Sorge zu tragen ist, dass die Mörtelfugen gegen äussere Witterungseinflüsse genügend geschützt werden, welches dann durch Ausfugen derselben mit tüchtigem hydraulischen Mörtel zu erreichen ist.

Sehr vortheilhaft eignet sich zum äusseren Abputz der aus gebrannten Seemuscheln gewonnene Kalk (s. § 13), vorausgesetzt, dass derselbe bei seiner Zubereitung richtig bearbeitet wird. Man findet Gebäude, welche mit solchem Muschelkalkmörtel im Aeussern abgeputzt sind, die schon über 60 Jahre alt sind und deren Abputz, selbst der Wetterseite zugekehrt, nicht im Entferntesten gelitten hat, wo dagegen bei dem aus Zementmörtel hergestellten Abputz sehr häufig schon nach wenigen Jahren sich Mängel einstellen und zwar namentlich in der Weise, dass der Abputz sich an vielen Stellen von der Mauerfläche gänzlich abgelöst hat und nur durch die Verbindung der Kalkkruste in sich erhalten wird, welcher Zustand beim Anklopfen durch den hohlen klappernden Klang sich deutlich kund gibt, und wo es dann nur eines äusseren Anlasses bedarf, dass der Putz herabfällt.

Gesimse lassen sich mit diesem Muschelkalkmörtel nicht ausziehen, weil er nicht schnell genug bindet und würde die Anwendung desselben hierzu nur dann zulässig sein, wenn demselben ein genügender Zusatz von Zement zugegeben wird.

Zum Ausfugen des Mauerwerks im Aeussern bedient man sich ebenfalls sehr vortheilhaft dieses Muschelkalkmörtels, und namentlich eignet sich derselbe unter Zusatz von Trass ganz vorzüglich zu diesen Arbeiten. Die Fugen werden dann, nachdem sie gehörig ausgestrichen und abgeglichen sind, noch mit einer blanken, eigens zu diesem Zwecke hergerichteten schmalen Kelle oder mit einem sogenannten Fugeneisen ausgeglättet, so dass alle und jede Risse und feinen Sprünge in den Kalkfugen verschwinden.

Um den Rohmauern vor dem Ausfugen wieder ein besseres Ansehen zu geben und überhaupt alle darauf vorhandenen Kalkfleckchen zu beseitigen, überstreicht man sie vorher mit etwas verdünnter Salzsäure und bürstet dann die Steine mit einem steifen Pinsel ab. Vor Einstreichen der Kalkfugen

müssen übrigens die Steine wieder mit Wasser angesprengt werden. Hierzu darf aber nur reines Wasser verwendet werden, weil sonst das Mauerwerk leicht wieder fleckig wird und dann im ausgefugten Zustande ein sehr schlechtes Aussehen erhält.

Dass dasjenige Mauerwerk, welches ausgefugt werden soll, nur mit durchaus guten und gar gebrannten Steinen aufgeführt werden muss, ist wol als selbstverständlich anzunehmen. Nicht minder aber ist dieses auch bei demjenigen Mauerwerk erforderlich, welches abgeputzt werden soll. Die dünne Kruste des Abputzes, welche aufgetragen wird, hindert durchaus nicht, dass wenn schlechtes Material zum Mauern verwendet ist, dieses nicht schon nach einigen Jahren in seinen Folgen sichtbar wird. Schlechte Mauersteine werden selbst unter der Kalkkruste des Abputzes durch die Witterungseinflüsse angegriffen, weil der Kalk mit der Oberfläche der Steine keinerlei Verbindung eingeht, so dass sehr bald der Putz herabfällt, indem derselbe von den an der Oberfläche der Steine durch Auswitterung abgelösten dünnen Steinscherben heruntergeworfen wird. Solche Stellen sind dann sehr schwierig wieder auszubessern und dauerhaft herzustellen und bleibt dann nichts weiter übrig, als dass man diese Stellen so tief ausschlägt, dass man neues Mauerwerk in der Stärke eines Quartierstückes von gutem Material in der Vertiefung herstellt und dieses dann wieder überputzt.

Zum Ausfugen der Rohmauern werden aber vielfach auch die verschiedenen Zementarten verwendet; der Zement wird dann mit reinem und kleinkörnigem Sande versetzt, er darf jedoch nicht zu fett sein, weil er sonst zu rasch bindet und ein Nachglätten nicht gehörig zulässt.

Gips darf unter allen Umständen nicht zum äusseren Abputz verwendet werden, weil derselbe gegen Einwirkung von Regen und anhaltender feuchter Witterung keinerlei Sicherheit gewährt, sondern nach dem Erhärten unter diesen Einflüssen sich wieder auflöst und erweicht. Der Gipsmörtel hält noch viel weniger als der aus gewöhnlichem Luftmörtel hergestellte Abputz.

Einen Abputz auf gewachsenen Steinen im Aeusseren herzustellen, ist durchaus überflüssig. Einmal bedarf es eines solchen äusseren Abputzes gar nicht, da diese Steine den Einflüssen der Witterung genugsam widerstehen; ferner aber würde auch ein solcher Abputz schwerlich von langer Dauer sein, indem die bei jedem Witterungswechsel entstehende Feuchtigkeit im Steine nur höchst nachtheilig auf den äusseren Abputz einwirken und bei darauf folgendem Froste leicht abfrieren würde. Dieses bezieht sich darauf, wenn grössere Flächen abgeputzt werden sollen; bei einzelnen kleineren Steinen in einer aus Ziegelsteinen aufgeführten Mauer überputzt man dieselben dennoch ohne weiteren Nachtheil.

Ein äusserer Abputz auf Holz ist unter allen Umständen durchaus verwerflich, weil selbst das festeste Holz unter solchem Abputz leidet und sehr bald darunter verfault, indem die in die durch Ziehen und Werfen des Holzes entstehenden Ritzen des Abputzes eindringende Feuchtigkeit nicht wieder verdunsten kann, sondern in das Holz einzieht und die Fäulniss desselben veranlasst. Fachwerksgebäude ohne äusseren Abputz der Ständer, Riegel, Schwellen und Rahmen können sehr alt werden, wie dieses hinreichend bewiesen wird durch die noch in jetziger Zeit in älteren Städten vorhandenen, schon mehrere Jahrhunderte alten Fachwerksgebäude. Es ist aber dann notwendig, dass das Holzwerk abwechselnd mit einem schützenden Ueberzug, als gekochtes Leinoel, übergestrichen wird. Ein solcher Ueberzug hält das Ein-

dringen des Wassers genügend ab, dagegen aber lässt derselbe die Ausdünstung des Holzes, wenn auch in geringerem Grade wieder zu, wenn kein Farbestoff zugesetzt ist.

Auf Lehmsteinen oder Lehmwänden einen tüchtigen Kalkabputz herzustellen, ist sehr schwierig und wenn man einen Kalkabputz darauf hergestellt hat, ist dieser demnach nur auf sehr kurze Zeit haltbar, weil Lehm und Kalk sich durchaus nicht mit einander verbinden. Hierzu kommt noch, dass der Lehm allen Witterungsveränderungen unterworfen ist und in Folge dessen bald mehr bald weniger trocken ist, wo dagegen der Kalkabputz bei trockener Witterung sehr bald austrocknet und diesen Grad der Trockenheit nicht so rasch verliert, als dieses beim Lehm der Fall ist.

Auch selbst wenn man die Oberfläche der Lehmmauern sehr rauh macht und der Kalk beim Anwerfen auch vollständig in die Vertiefungen eindringt und diese ausfüllt, erreicht man nicht, dass der Kalkputz auf der Lehmoberfläche lange haftet. Beim Trocknen schrumpft derselbe etwas, wenn auch nur sehr gering zusammen, aber dennoch so stark, um sich von der Lehmoberfläche, mit welcher der Kalk keinerlei Verbindung eingeht, wieder abzulösen. Ein solcher Abputz darf ferner vom Schlagregen während, dass er noch nass ist, gar nicht erreicht werden, weil er dadurch sehr bald abgewaschen werden würde. Bei Ziegelsteinmauern tritt eine Verbindung des Mörtels mit den Ziegelsteinen schon dadurch ein, dass der Mörtel an den Ziegelsteinen mit der gebrannten Kieselerde des Ziegels in eine chemische Verbindung tritt, gleichzeitig aber auch die die Oberfläche des gebrannten Ziegels bedeckende Kalkschicht sehr stark adhärirt, was aber bei der Lehmoberfläche überhaupt gar nicht der Fall ist.

Man hat auch versucht, um den Kalkputz auf Lehmwänden haltbar zu machen, dass man in die noch weiche Lehmmasse Ziegelsteinstückchen dicht neben einander eindrückte, wodurch gleichsam eine Ziegelsteinoberfläche erhalten wurde, worauf man den Kalkmörtel anwarf. Aber dieses hat sich auch keineswegs bewährt, denn beim Austrocknen der Lehmwand schwindet der Lehm; die Steinstückchen werden lose und fallen aus der Lehmhülle heraus, weil keinerlei Verbindung zwischen beiden Materialien stattfindet.

Am zweckmässigsten wird es noch sein, wenn man die noch nicht ganz trockene Lehmwand auf ihrer Oberfläche mit einem rauhen stumpfen Besen durch kräftiges Einstossen desselben möglichst rauh macht und darüber dann einen Rappputz von Mörtel herstellt, der aus Lehm und Kalk zu gleichen Theilen besteht und mit scharfen Sande vermischt wird. Macht man hierüber dann noch einen zweiten Rappputz aus gewöhnlichem Kalkmörtel, so erhält man einen einigermaassen haltbaren Abputz, welcher sich dann auch immer leichter wieder repariren lässt.

Was den inneren Abputz betrifft, so hat man den Abputz der Mauern, der Holzwände und der hölzernen Decken zu unterscheiden.

Was den Abputz der Mauern betrifft, wenn diese ganz massiv sind, so gilt das oben bereits darüber Mitgetheilte auch hier, nur mit dem Unterschiede, dass man zum inneren Abputz der Mauern, wenn nicht ganz besondere Umstände es erforderlich machen, dass ein Zementmörtel verwendet werde, nur gewöhnlichen Luftmörtel verwendet. Der letzte Ueberzug wird, nachdem der Rauhputz vollständig beschafft ist, aus Mörtel mit feinerem Sande vermischt in einer sehr dünnen Schicht aufgezogen, und um die Oberfläche dann möglichst glatt zu erhalten, wird dieselbe mit einem gewöhnlichen Reibebrett vor-

her abgerieben und hierauf dann mit einem Filz überzogenen Reibebrett nachgerieben. Beim Abputzen der vorstehenden Ecken wird in gleicher Weise verfahren, wie dieses oben näher angegeben ist; dagegen beim Abputzen der einspringenden Ecken werden dieselben mit der Kartätsche der Höhe nach erst vorher möglichst gerade ausgerieben und nachdem, dann mit einem kleineren Reibebrett sauber nachgerieben. Das Erstere geschieht desshalb, um die Ecken möglichst gerade zu erhalten, weil dieselben sonst in unregelmässiger Beschaffenheit ein sehr schlechtes Aussehen bieten.

Der Abputz auf Holzwerk, Holzwänden oder hölzernen Decken ist aber in anderer Weise herzustellen, weil hier zunächst die Holzoberfläche in der Weise hergestellt werden muss, dass der anzutragende Kalk daran haftet.

Es gibt nun verschiedene Mittel den Kalkanwurf auf Holz haltbar zu machen, welche hier näher angeführt werden sollen.

Eine der am wenigsten tauglichen Anwendung zu diesem Zwecke ist, dass man das Holzwerk, als Balken oder Ständer mit einem spitzen und scharfen Hammer einhackt und dadurch viele Vertiefungen und Unebenheiten auf der Oberfläche des Holzes herstellt, in welchem dann der Kalkmörtel haften bleibt. Den ersten Anwurf lässt man dann gänzlich austrocknen, ehe man den zweiten Anwurf, jedoch nur dünne darüber anbringt, welcher dann wenn er einigermaassen angetrocknet ist, mit dem Richtscheit gerade abgezogen und mit dem Reibebrett glatt gerieben wird. Bei dieser Anordnung ist der grosse Nachtheil, dass der aufgetragene Putz sehr leicht reisst und der in Folge Eintrocknen des Holzes entstehenden Bewegung ebenfalls unterworfen ist.

Weit zweckmässiger und haltbarer ist der sogenannte Rohrputz. Er besteht darin, dass man Rohrstengel von höchstens 8 Millimeter Durchmesser (Stärke) vermittelst übergespannten Eisendrahts mit eingeschlagenen Rohrnägeln an das Holzwerk befestigt. Die einzelnen Rohrstengel kommen höchstens 7 Millimeter von einander entfernt zu liegen, so dass zwischen denselben Zwischenräume entstehen, in welche der Mörtel beim Anwurf eindringt und sich gleichzeitig auch hinter die befestigten Rohrstengel legt, so dass er nach dem Trocknen nicht wieder herausfallen kann.

Statt des Rohrs bedient man sich auch in manchen Gegenden, wo es an Rohr gänzlich mangelt, der sogenannten Spalierlatten, womit dann die Balkendecke benagelt wird. Diese Latten haben eine Breite von höchstens 24 Millimeter und eine Stärke von etwa 12 Millimeter. Dieselben erhalten einen trapezförmigen Querschnitt und wird beim Annageln derselben die schmälere Seite gegen die Balkendecke gelegt, so dass die Zwischenräume ebenfalls wieder trapezförmig werden, nur mit dem Unterschiede, dass hier die breitere Seite der Balkendecke zugekehrt ist, so dass nachdem der Mörtelanwurf getrocknet ist, derselbe nicht aus den Zwischenräumen herausfallen kann.

Auch sogenannte Pliesterruthen wendet man anstatt des Rohrs an. Diese Pliesterruthen sind dünne Ruthen von Haselnusssträuchern, auch Weidenruthen und andere, die in gerader Länge und in der bestimmten Stärke zu erhalten sind. Wegen der bedeutenderen Kosten für dieselben ist ihre Anwendung jedoch nur eine geringe.

Was die Ausführung der Berohrung betrifft, so zieht man zunächst, wenn eine Decke berohrt werden soll, zwei ausgeglühte Eisendrähte in bestimmter Entfernung von einander und mit einander parallel unter die Decke fort und nagelt sie jedesmal an beiden Enden fest. Diese Drähte laufen parallel mit der Richtung der Verschalungsbretter. Ueber diese Drähte werden

dann die Rohrstengel eingeschoben und zwar so, dass die Spitzen und die Stammenden der Rohrstengel mit einander abwechseln. Die Rohrstengel kommen rechtwinkelig auf die Fugen der Verschalungsbretter zu liegen. Ist eine genügende Quantität Rohr eingeschoben, so wird es ausgebreitet und zwar in der Weise, dass die Rohrstengel etwa 7 Millimeter von einander entfernt sind. Nun wird nach der Länge des Drahts und zwar in Entfernungen von etwa 10 Zentimeter eine Reihe Rohrnägel eingeschlagen, womit der Draht unter der Decke befestigt wird. Hat auf diese Weise das unter der Decke ausgebreitete Rohr eine vorläufig feste Lage erhalten, so werden in jedesmaligen Entfernungen von etwa 15 Zentimeter von einander und parallel mit dem ersteren Drahte, weitere Drähte über das sämmtliche Rohr gespannt und diese Drähte dann in gleicher Weise wie oben angegeben mit eingeschlagenen Rohrnägeln an die Decke befestigt. Der am Ende eines solchen Rohrstosses befestigte Draht darf aber nicht mehr als höchstens 3 Zentimeter vom Ende der Rohrstengel entfernt, festgenagelt werden. Mit dem zweiten Stoss verfährt man in gleicher Weise und müssen die Enden beider Stösse jedesmal dicht vor einander treffen, man muss aber vermeiden, dass dieses Zusammenstossen an Stelle einer Fuge zwischen zwei Verschalungsbrettern trifft. Ist dieser zweite Stoss in gleicher Weise wie der erstere fertig hergestellt, so werden an der Stelle, wo die Rohrstengel gegen einander gestossen sind, noch einmal in der ganzen Ausdehnung der Stösse über Kreuz gespannte Drähte festgenagelt. Beim Festnageln der Drähte darf man aber die Nägel nicht ganz einschlagen, weil dadurch das Rohr gequetscht werden würde, sondern es dürfen die Nägel nicht weiter eingeschlagen werden, als erforderlich ist, dass die einzelnen Rohrstengel eine feste Lage erhalten.

Das Berohren der mit Brettern bekleideten Holzwände wird in ganz gleicher Weise ausgeführt und müssen die Rohrstengel auch hier jedesmal rechtwinkelig auf die Brettfugen treffen.

Werden einzelne Ständer oder Riegel in ausgemauerten Fachwerkswänden berohrt, so erhalten die Rohrstengel eine solche Länge, dass sie nicht nur das Ständer- und Riegelholz jedesmal nach der Breite vollständig decken, sondern auch nach beiden Seiten hin noch etwa 2 Zentimeter das Mauerwerk bedecken. Die Rohrstengel werden hier nicht der Länge des Holzes nach, sondern nach der Quere aufgenagelt, und um hier die einzelnen Rohrstengel befestigen zu können, wird vorab an dem Holz ein schmaler Streifen gelöschten Kalks ohne Sandzusatz angestrichen, in welchen die Rohrstengel eingedrückt werden; alsdann spannt man zwei Eisendrähte darüber und nagelt diese in Entfernungen von etwa 10 Zentimeter nach der Länge derselben in gleicher Weise fest, wie oben angegeben ist.

Beim Berohren der Decken und mit Brettern bekleideten Holzwänden hat man namentlich darauf zu sehen, dass die untergenagelte Bretterverschalung nicht zu ausgedehnte Stösse erhält, sondern es müssen diese immer nur kurz und höchstens 4 bis 6 Bretter breit sein, alsdann müssen die Bretter wieder verschossen werden. Wird der Stoss zu lang, so entstehen später an dieser Stelle sowol im Deckputz als auch in dem Wandputz Risse und Sprünge, die schlechterdings gar nicht wieder zu beseitigen sind.

In einzelnen Fällen findet man auch wol eine doppelte Berohrung, indem über der ersteren ehe sie mit Mörtel ausgesetzt wird, noch eine zweite Berohrung hergestellt ist, deren Rohrstengel mit denen der unteren Lage sich rechtwinkelig kreuzen, und zu deren Festnageln jedenfalls längere Nägel ver-

wendet werden müssen. Diese zweite Berohrung ist aber jedenfalls überflüssig, indem sie zur Festigkeit des Putzes sehr wenig beiträgt, wol aber die Last, welche an den eingeschlagenen Rohrnägeln und den übergespannten Drähten hängt, sehr erheblich vergrössert wird. Der einzige Zweck, welcher damit erreicht werden soll, kann nur darin bestehen, dass man durch diese doppelte Berohrung verhindern will, im Fall die Verschalungsbretter sich der Quere nach werfen oder krumm ziehen, dieses im Putze sichtbar wird. Dieser Zweck lässt sich auch schon dadurch und viel einfacher erreichen, dass man die einzelnen Bretter vor dem Festnageln der Länge nach durchspaltet und dieselben dann unter die Balken genügend festnagelt.

Ist die Berohrung vollständig hergestellt, so wird der erste Mörtelanwurf darauf gebracht. Damit derselbe möglichst schnell und fest bindet, setzt man zum Mörtel eine genügende Quantität Gips zu. Reinen Gipsmörtel dazu zu verwenden, ist ganz überflüssig und würden dadurch auch die Kosten erheblich vermehrt werden. Statt dieses Kalkmörtels mit einem Zusatz von Gips verwendet man auch sehr vortheilhaft den aus gebrannten Seemuscheln gewonnenen Kalk (§ 13) zu diesem Mörtel, welcher, wenn er richtig bearbeitet und zubereitet wird, nach dem Anwurf in wenigen Tagen eine bedeutende Festigkeit und Härte bekommt.

Werden Hohlkehlen unter der Decke angebracht, so nagelt man in den Ecken schräge Bretter ein, welche ebenfalls berohrt werden und dann gleichzeitig mit der zugehörigen Decke den Kalkanwurf erhalten. Das Einlegen von Wulsten, die von Rohrstengeln hergestellt und mit Eisendraht umwunden und dann mit grösseren Nägeln festgenagelt werden, ist durchaus nicht zu empfehlen, weil sehr leicht hierbei später in der Hohlkehle Risse entstehen, die aber immer sehr schwierig zu beseitigen sind.

Sollen Gesimsleisten unterhalb der Hohlkehlen gezogen werden, so werden an der betreffenden Stelle verhältnissmässig starke Wulste von Rohrstengeln mit Eisendraht umwunden, mit langen Nägeln an die Mauer oder Holzwände festgenagelt, um hier den dicken Anwurf zu vermeiden, welcher sonst etwa erforderlich werden würde. Oder man stellt diese Gesimsleisten vorher vollständig aus Gips her und setzt sie nach der Fertigstellung des übrigen Putzes an der betreffenden Stelle mit reinem Gipsmörtel an.

Ist der erste Anwurf ausgetrocknet und soll der eigentliche Putzüberzug ausgeführt werden, so wird vorab die Oberfläche mit etwas Wasser angesprengt und darüber wird dann der erste rauhe Ueberzug hergestellt. Um aber die Arbeit genügend akkurat herstellen zu können, werden vorab auch einige Lehrpunkte und hiernach sogenannte Putzlehren hergestellt, zwischen welchen dann die Zwischenfelder mit rauhem Kalkputz überzogen und mit einem Richtscheit nach den vorhandenen Lehren abgezogen und begradigt werden. Ist dieser zweite Ueberzug etwas angezogen, d. h. ist das Wasser aus dem Kalk mehr oder weniger verdunstet ohne dass derselbe aber ganz trocken geworden ist, so wird gleich darüber der dritte Ueberzug gebracht, welcher aus feinerem Mörtel besteht, und wird dann dieser letzte Ueberzug, welcher nur sehr dünn aufgetragen wird, mit dem Reibebrett vorsichtig und sauber abgerieben, wobei man namentlich darauf zu achten hat, dass man das Reibebrett nicht zu kräftig andrückt, weil sonst beim Abheben desselben es sehr leicht vorkommen kann, dass der Putz in grösseren Theilen mit losgerissen wird. Soll der Putz sehr fein hergestellt werden, so wird derselbe noch mit einem mit Filz überzogenen Reibebrette nachgerieben. Die Ecken der Decke müssen vor Auf-

tragung des letzten Ueberzugs mit der Kartätsche gehörig gerade gerieben werden, weil hier, auch selbst geringere Unregelmässigkeiten am leichtesten sichtbar werden.

Beim Rauhabputz oder eigentlich beim Unterputz der Wände ist es vortheilhaft, dass die Putzlehren gleich in ihrer ganzen Höhe fertig gestellt werden, wenn man auch später nur stückweise dieselben herunterputzt, damit nicht der obere fertig hergestellte Putz durch Abziehen mit dem Richtscheite wieder beschädigt werde.

Ehe aber mit dem feinem Abputz der Wände eines Zimmers oder eines sonstigen Raumes begonnen wird, muss die Decke vollständig fertig geputzt sein, weil sonst die an den Wänden hergestellte fertige Arbeit sehr leicht wieder beschädigt werden würde.

Das Ausputzen der vorhandenen Ecken muss auch beim Abputzen der Wände vor Auftragen des letzten feineren Ueberzugs mit der Kartätsche stattfinden, weil dadurch nur die leicht entstehenden Unregelmässigkeiten, welche sonst in den Ecken am leichstesten zu ersehen sind, vermieden werden.

Hohlkehlen und überhaupt runde hohle Nischen lassen sich nicht mit geraden Reibebrettern abreiben, und müssen dieselben daher schon beim Auftrage des zweiten Anwurfs möglichst gerade und schlicht ausgezogen werden, wozu man entweder ein Richtscheit benutzt oder eine nach der gegebenen Krümmung geschnittene Schablone. Hierüber wird dann der feinere Kalk in sehr dünner Lage aufgetragen und nunmehr mit kleineren Reibbrettern, welche eine abgerundete Oberfläche haben, möglichst glatt gerieben, indem man das Reibbrett unter geringem Ansprengen mit Wasser nach der Richtung der Krümmung hin und her bewegt. Um dann schliesslich den Abputz ganz glatt zu erhalten, macht man Polster von Filz oder Leinwand, mit welchen man nachreibt. Dass diese Arbeit mehr Sorgfalt erfordert, liegt auf der Hand und kann daher dieselbe auch nur geübteren Arbeitern übertragen werden.

In ähnlicher Art ist auch der Abputz von stark gekrümmten Gewölben herzustellen und ist hierbei namentlich darauf zu achten, dass, wenn Kreuzgewölbe oder Tonnengewölbe mit eingeschnittenen Kappen geputzt werden, die Grate derselben möglichst nach einer Linie, deren Projektion eine gerade Linie ist, hergestellt werden, weil im entgegengesetzten Fall das geputzte Gewölbe einen sehr schlechten konstruktionswidrigen Anblick hervorbringen würde.

Bei Anwendung der Priestelruthen statt der Rohrstengel ist der Abputz in gleicher Weise auszuführen, wie oben angegeben ist.

Wendet man dagegen die Spalierlatten an, so versetzt man den ersten Bewurfmörtel mit Heu oder Stroh, welche Materialien in Enden von 10 bis 15 Zentimeter Länge geschnitten und mit dem Mörtel tüchtig durchgemengt werden. Zu dem zweiten Kalküberzug, welcher nach seiner Begradigung abgerieben wird, nimmt man Mörtel mit Kälberhaaren vermischt, welcher Mörtel Haarkalk genannt wird, welcher in früherer Zeit auch zu anderen inneren Putzarbeiten viel mehr Verwendung fand, als gegenwärtig.

Bei dieser Gelegenheit soll noch bemerkt werden, dass diese Spalierlatten gleichzeitig auch die Stelle der sonst erforderlichen Bretterverschalung vertreten.

Sollen sogenannte Windelboden, welche man noch vielfach in älteren Gebäuden auf dem Lande findet und welche vereinzelt auch noch in Stadtgebäu-

den vorkommen, geputzt werden, wobei bekanntlich die zwischen den Balken befindlichen Fächer mit eingeschobenen Latten, die mit Lehm und Stroh umwickelt werden, gedichtet sind, so können diese nicht mit Kalkmörtel abgeputzt werden, sondern es lassen sich diese nur mit Lehmmörtel, aus Lehm und Sand bestehend, abputzen. Dieses ist aber jedenfalls die schlechteste Art des Abputzes, und wenn es irgend zulässig ist, das heisst, dass die Mittel des Eigenthümers es gestatten, ist es jedenfalls vorzuziehen, die ganze Decke mit Brettern zu verschalen, und darüber dann den Rohrputz, wie oben näher angegeben ist, anzubringen. Auch der Lehmabputz auf Mauern und Wänden im Innern der Gebäude ist zu verwerfen, einmal, weil er sehr leicht beschädigt wird, und ferner, weil derselbe stets unordentlich aussieht.

Man findet nicht selten, dass im Innern von Gebäuden der Wandputz durch Aufsteigen der Erdfeuchtigkeit bedeutend infizirt wird und dass weder der Farbenanstrich (Oelfarbe, Leim- und Kalkfarbe) noch der Tapetenüberzug irgend haltbar darauf herzustellen ist.

Das gewöhnlichste Mittel, welches dann angewendet wird und wodurch man dem Uebelstande für die Folge vorzubeugen glaubt, besteht darin, dass man den alten Wandputz gänzlich abschlägt, die Mauerfläche ganz reinigt und sie dann mit einem dünnen aber ganz deckenden Ueberzug von Theer, Harz und etwas Sandzusatz, oder von Asphalt überzieht. Ist dieser Ueberzug, welcher im heissen Zustande aufgebracht wird, abgekühlt und erhärtet, so putzt man die Mauer wieder mit Zement- oder Kalkmörtel ab. In den wenigsten Fällen wird hierdurch aber der beabsichtigte Zweck erreicht. Wenn an der betreffenden Stelle auch in längerer Zeit die Feuchtigkeit sich nicht wieder zeigt, so tritt sie dagegen meistens über der neuabgeputzten Stelle um so stärker wieder hervor, und gibt es Fälle, wo die Feuchtigkeit bis unter die Decke aufzog und sich sogar dann auch in den Deckenputz ausbreitete. Dieses rührt daher, dass die in der Mauer vorhandene Feuchtigkeit durch die mit Theer überzogene Stelle nicht mehr durchdringen und alsdann verdunsten kann und daher nunmehr hinter dem wasserdichten Ueberzug sich ansammelt und aufsteigt, so in den alten Abputz eindringt und in diesem um so schneller aufsteigt und sich ausbreitet.

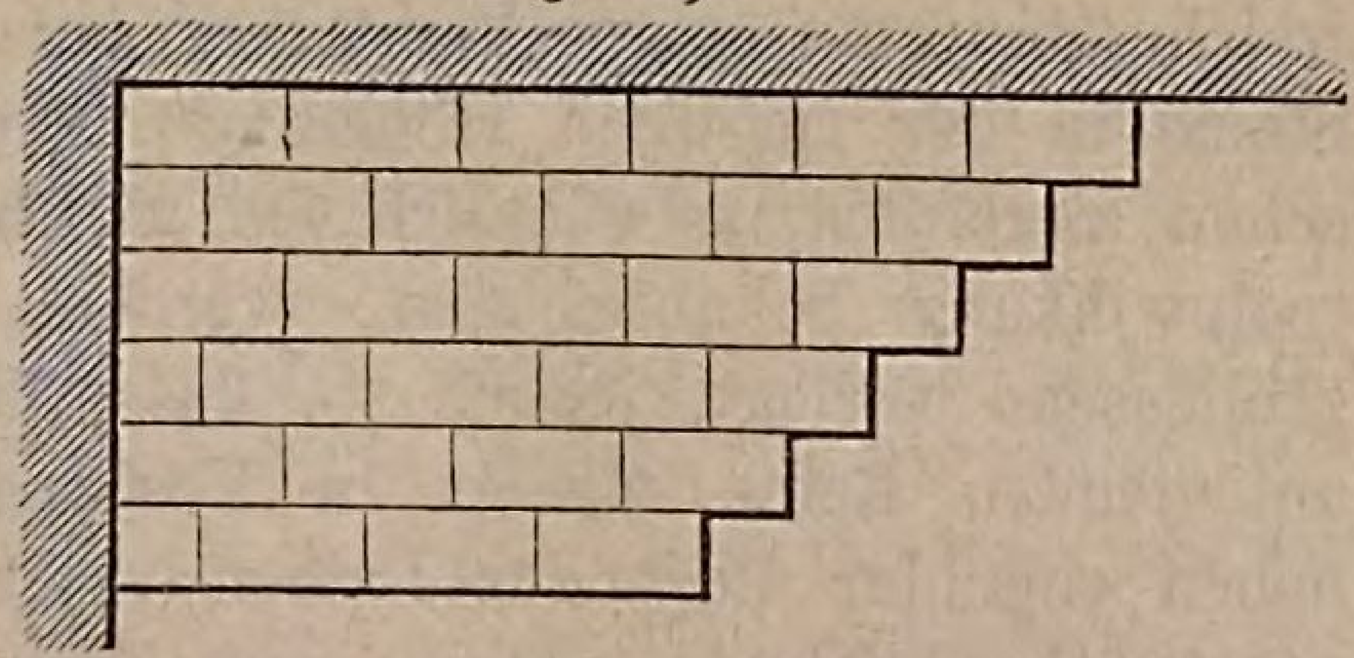
In der hier angeführten einfachen Weise lässt sich daher solchem Uebelstande durchaus nicht vorbeugen, sondern es wird derselbe dadurch nur noch vergrössert. Soll der beabsichtigte Zweck erreicht werden, so muss man nach Entfernung des alten feuchten Wandputzes zunächst suchen, über der Erde oder dem Fussboden in der Mauer eine vollständige Isolirschicht herzustellen, welches nur dadurch zu beschaffen ist, dass man eine oder mehrere Schichten aus der Mauer entfernt und dafür neues wasserdichtes Mauerwerk (Klinker in Portland-Zement vermauert) einsetzt. Hat man in dieser Weise eine Isolirung hervorgebracht, so muss aus der feuchten Mauerstelle in der ganzen Ausdehnung derselben eine Vertiefung ausgehauen werden, welche dann mit einem Kantsteinmauerwerk in scharfen Zementmörtel vermauert, wieder ausgefüllt wird. Ueber dieses Mauerwerk bringt man dann den neuen Abputz. Alle übrigen Mittel, wo es nur auf die Beseitigung des schadhaften Abputzes und nicht auf Aufhebung der Ursache des Uebelstandes abgesehen ist, nützen gar nicht, sondern verursachen nur noch unnützerweise erhebliche Kosten und verschlimmern in den meisten Fällen die vorhandenen Uebelstände.

§ 79. Die Fussböden.

Zum Belegen der Fussböden bedient man sich sowol der gebrannten Mauersteine als auch der Platten von verschiedenen Steinarten, als Schiefersteine, Sandstein-, Marmor- und Granitplatten.

Die einfachste Art der Herstellung steinerner Fussboden ist, dass man, nachdem der Grund, worauf der Fussboden gelegt werden soll, mit Sand etwa 12 bis 14 Zentimeter hoch aufgefüllt, festgestampft und wagerecht abgeglichen ist, die Mauersteine plattliegend und dicht aneinander schiebt, jedoch so, dass dieselben im Verbande liegen und die Querfugen der Steine in den verschiedenen Reihen nicht aufeinander treffen. Diese Anordnung ist in nebenstehender Figur 296 näher dargestellt.

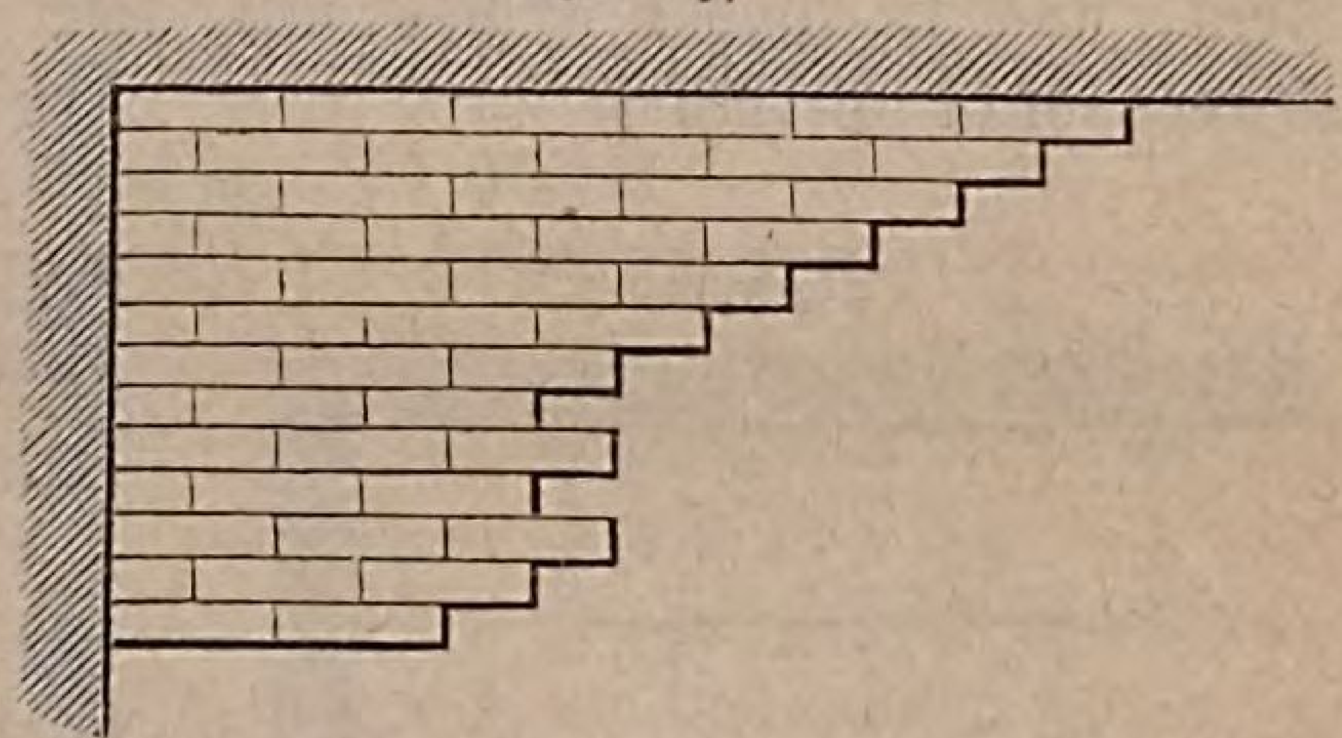
Figur 296.



Nachdem dann der ganze Fussboden in dieser Weise übergelegt ist, schüttet man Sand darüber und giesst darauf Wasser und fegt mittelst eines Besens die sämmtlichen noch offenen Fugen voll, wodurch dann die Steinschicht eine ziemlich feste Lage erhält. Diese Fussbodenpflasterung findet jedoch nur in ganz untergeordneten Räumen Anwendung.

Eine mehr haltbare Pflasterung erhält man, wenn die Steine hochkantig neben einander gestellt und später die Fugen in derselben Weise mit Sand und Wasser ausgefüllt werden. Will man diese Fussboden noch fester herstellen, so versetzt man jeden einzelnen Stein in Kalkmörtel oder noch besser in Zementmörtel und werden dann die Fugen später noch mit Kalk- oder Zementmörtel ausgegossen. Diese Anordnung ist in nebenstehender Figur 297 näher dargestellt.

Figur 297.



Diese letztere Art der Fussböden findet sehr zweckmässige Anwendung in Ställen, vorausgesetzt, dass man statt der gewöhnlichen Mauersteine sogenannte Klinker anwendet.

Aber auch bei dieser Anordnung müssen die Steine der einzelnen Reihen mit einander in Verband gelegt werden.

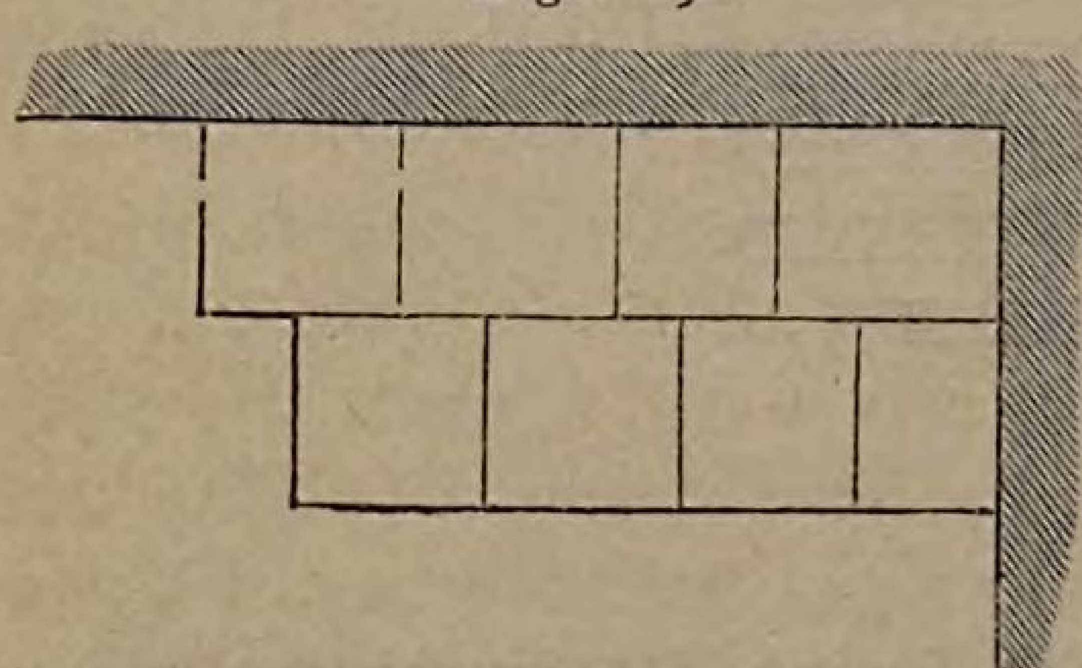
Bei beiden Arten kann man verschiedene Muster anwenden, indem man die Steine in verschiedenen Lagen gegen einander schiebt, nur ist stets darauf zu achten, dass ein Verband der einzelnen Steinreihen hergestellt wird und keine durchlaufenden Querfugen entstehen, an welcher Stelle das Pflaster sehr bald eingetreten werden würde.

Hat man Keller oder Lagerräume mit Steinen zu pflastern, so finden am zweckmässigsten dicke Schiefersteinplatten oder Sandsteinplatten dazu Anwendung. Diese haben eine Stärke von 8 bis 12 Zentimeter. An ihrer Oberfläche sind dieselben eben behauen, an ihrer unteren Seite dagegen ganz

rauh. Die einzelnen Platten, welche sämmtlich gleiche Breite haben, aber in den meisten Fällen von verschiedener Länge sind, sind rechtwinkelig, entweder oblong oder quadratförmig, an ihren Kanten sauber behauen, so dass sie beim Verlegen scharf an einander geschoben werden können.

Der Grund, worauf die Steinplatten verlegt werden sollen, wird, nachdem derselbe in der erforderlichen Höhe abgeebnet ist, mit einer 10 bis 12 Zentimeter hohen Sandlage überschüttet. Die Höhe dieser Sandschüttung richtet sich nach der Höhe, welche der Fussboden erhalten soll. Hierauf wird die Höhe des Fussbodens genau bestimmt und werden hiernach an verschiedenen Stellen einzelne Steine vorläufig nach der festgestellten Höhe hingelegt, um bei dem späteren Belegen des Fussbodens als Lehrpunkte zu dienen, über welche dann ein langes Richtscheit gelegt wird, um hiernach die zu verlegenden Steine in der richtigen Höhenlage legen zu können. Die Steine, welche, wie schon angeführt, gewöhnlich von gleicher Breite und geradlinig in ihren Ecken rechtwinkelig bekantet sind, werden in einzelnen Reihen dicht an einander schliessend verlegt, jedoch so, dass die Steine der einen Reihe mit denen der anliegenden Reihe wieder in Verband liegen und die Querfugen mehrerer neben einander liegender Reihen nicht mit einander zusammen treffen, weil sonst sehr leicht die Steine aus ihrer Lage sich treten lassen und alsdann wackelig werden, Die Steine haben, wie schon erwähnt, gewöhnlich gleiche Breite, aber nicht immer gleiche Länge, welches letztere übrigens auch keinen weiteren Nachtheil mit sich führt, indem man doch immer die einzelnen Steine beim Verlegen so auswählen kann, dass der Verband zwischen den einzelnen Schichten genügend inne gehalten werden kann. Hat man überall nur Steine, die bei gleicher Breite auch von gleicher Länge sind, so ist das Innehalten des Verbandes durchaus keiner Schwierigkeit unterworfen, indem man dann in der einen Reihe mit einem ganzen Steine zu legen anfängt, dagegen in der nächsten Reihenlage mit einem in der Mitte der Länge durchgeschlagenen Stein, und in dieser Weise mit dem Verlegen der einzelnen Schichtenreihen abwechselnd fortfährt.

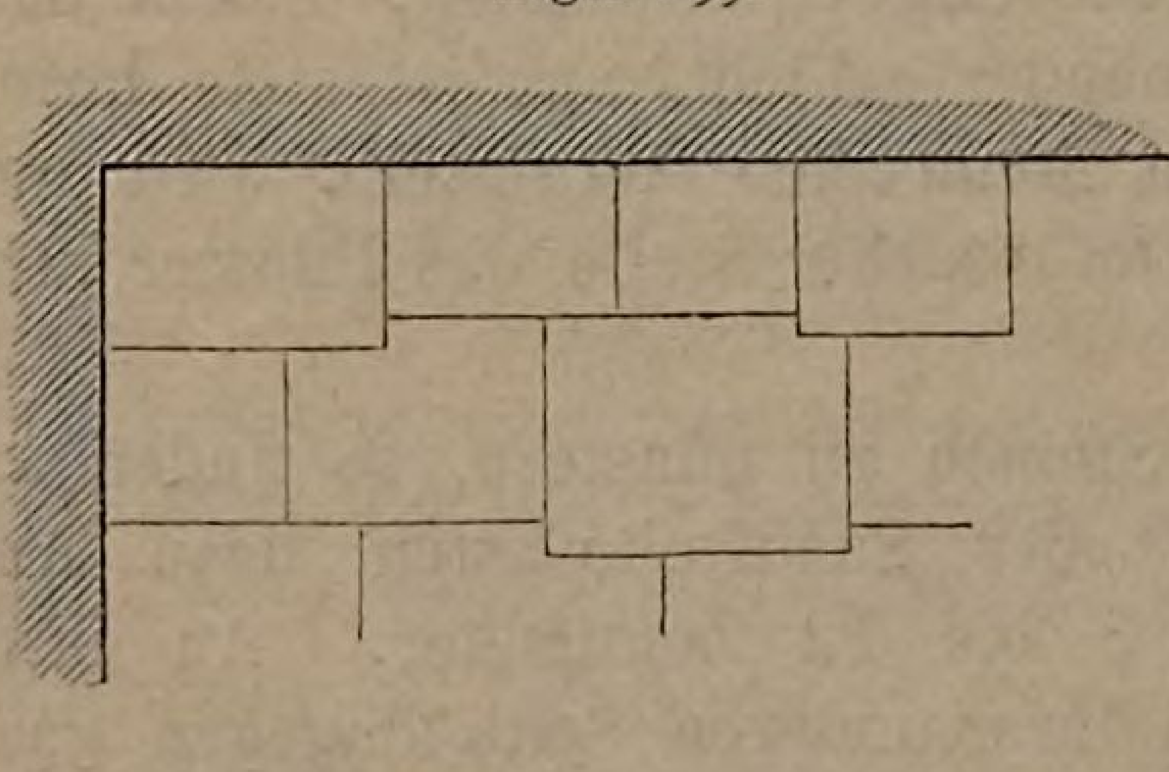
Figur 298.



In nebenstehender Figur 298 ist ein Fall angegeben, wo die Steine sämmtlich gleiche Breite haben, aber nicht von gleicher Länge sind.

Haben dagegen die Steine, welche verwendet werden sollen, bei ungleicher Länge auch ungleiche Breite, so ist das Verlegen derselben, wenn solches regelmässig stattfinden soll, damit der Fussboden eine geschlossene Lage erhält, nicht allein sehr zeitraubend, sondern es erfordert auch eine Menge Mehrmaterial, indem dann fast sämmtliche Steine der zweiten Reihe und der ferneren Reihen an ihren Kanten nachgearbeitet werden müssen, damit die Steine mit ihren Ecken und Kanten unmittelbar aneinander liegen, und der Fussboden eine geschlossene Lage erhält, wie dieses in nebenstehender Figur 299 näher angedeutet ist.

Figur 299.



Wollte man das Nacharbeiten der einzelnen Steine unterlassen, und dagegen die einzelnen Steinreihen mit der einen äusseren Kante in gerader Linie nach der Schnur verlegen, so würden eine Menge Zwischenräume im Steinpflaster entstehen, welche doch wieder mit passenden Steinen ausgefüllt werden müssten. Man würde aber trotz der grösseren Mehrkosten an Arbeitslohn dennoch ein sehr mangelhaftes Steinpflaster erhalten, welches bei Benutzung auch sehr bald Reparaturen unterworfen sein würde. Man hat daher stets darauf zu sehen, dass die Steinplatten, welche in einem Fussboden verlegt werden sollen, sämmtlich von gleicher Breite sind. Die Länge derselben kommt weniger hierbei in Betracht, indem hierdurch nur ein Nacharbeiten der beiden Endsteine einer Reihe erforderlich werden wird. Es ist auch durchaus hier nicht notwendig, dass die Querfugen einer Reihe jedesmal regelmässig auf die Mitte der Steine der anliegenden Reihe treffen, sondern es ist genügend, wenn überall nur hinreichender Verband vorhanden ist, wie in der vorhergehenden Figur angedeutet ist.

Soll nun ein Stein verlegt werden, so wird, nachdem das Sandlager abgeebnet ist, der Stein zunächst lose an seine Stelle gelegt, um beurtheilen zu können, ob das Sandlager hier zu hoch liegt und wie stark die Kalklage gegeben werden muss, um den Stein nach dem Verlegen in seiner richtigen Höhenlage zu erhalten. Hierauf wird der Stein wieder abgehoben und nunmehr ringsum an den Kanten der Stelle des zu verlegenden Steins auf den Sandboden ein breiter Streifen Kalkmörtel von genügender Stärke aufgeworfen und gleichzeitig auch auf einer Stelle in der Mitte des Steinlagers Kalkmörtel gegeben. Hierauf wird der Stein an seiner unteren Fläche mit Wasser angesprengt und auf das zubereitete Kalkmörtellager gelegt und entweder durch geringes Hin- und Herschieben des Steins auf dem Kalklager oder auch durch nicht zu starkes Stampfen mit einem hölzernen Handbaum so viel niedriger gebracht, dass er seine richtige Höhenlage erhält. Bei dieser Anordnung kann sich das Mörtellager nach allen Seiten hin ausbreiten, welches aber nicht so der Fall ist, wenn man dem Steine ein ganz volles Mörtellager gibt. Dieses letztere ist aber auch ganz überflüssig und erschwert nur das richtige Verlegen der Steine. Durch die oben erwähnte Anordnung des Mörtellagers wird der Stein nicht nur in seinen Kanten, sondern auch in der Mitte durch dasselbe genügend unterstützt, so dass der Stein keineswegs eine hohle Lage erhält. Vor dem Verlegen des Steins werden aber auch diejenigen Fugenkanten, mit welchen derselbe gegen eine Mauer oder gegen andere Steinreihen zu liegen kommt, mit besserem Mörtel eingestrichen, so dass dann beim Anschieben und Richtigliegen des Steins die betreffenden Fugen gleich ganz dicht und voll sind. Ist der Stein fertig gelegt, so muss man an seiner freien Kante den Sand fest gegenstampfen, ohne dass aber der Stein dadurch wieder gehoben wird. Unterlässt man dieses, so tritt sehr leicht eine Senkung des Steins wieder ein, zumal da anfänglich noch der Mörtel zu weich ist, und sowol Mörtel als auch der Sand dann sehr leicht nachgeben. Auch dürfen die Steine nicht gleich nach dem Verlegen betreten werden, und wenn dieses dennoch nicht zu vermeiden ist, so müssen zum Schutz einzelne Bretter darüber gelegt werden, um ein ungleiches Nachgeben einzelner Steine bei noch nicht ganz geschlossener Lage der Reihen zu verhindern.

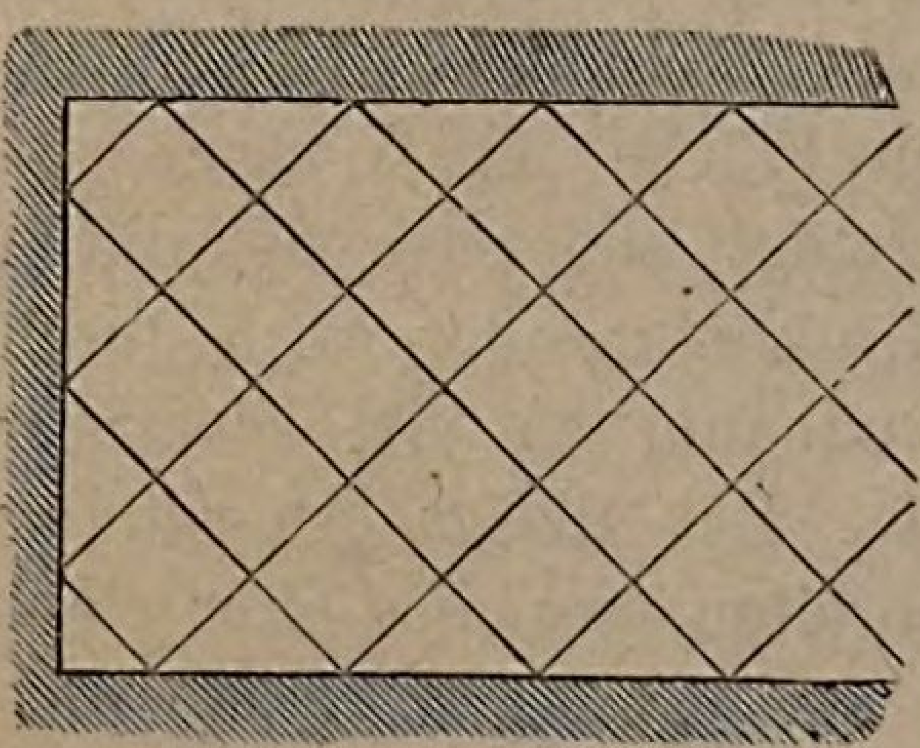
Soll der Fussboden nach einer oder der anderen Seite hin Gefälle erhalten, so werden hiernach gleich die vorhin erwähnten Lehrpunkte festgelegt und ist es dann keiner Schwierigkeit unterworfen, hiernach die sämmtlichen

Steine des Fussbodens zu verlegen. Die hier erwähnten Lehrpunkte werden aber auch bei den oben beschriebenen Pflasterungen mit Mauerziegeln vorab festgelegt, um hierbei auch eine richtige Lage des Fussbodens zu erhalten. Dasselbe Verfahren ist aber auch bei den unten noch zu beschreibenden Steinpflasterungen erforderlich.

Die Granitplatten eignen sich zwar auch ganz vorzüglich zu der Pflasterung von Fussböden in Kellern oder Lagerräumen, allein sie sind wesentlich höher im Preise als die oben genannten Steinplatten, und ferner verursacht auch das unvermeidliche Nacharbeiten einzelner Steine stets sehr erhebliche Schwierigkeiten und jedenfalls in bedeutend höherem Grade als bei den genannten Steinplatten. Im Uebrigen aber eignen sich sowol die Schiefersteinplatten als auch die Sandsteinplatten, vorausgesetzt, dass sie eine genügende Stärke haben, ganz vorzüglich zu diesen Arbeiten, denn sie haben einen genügenden Härtegrad und erfüllen hier auch vollständig ihren Zweck.

Zum Belegen der Fussböden in Hausfluren und Küchen der Wohngebäude verwendet man eine kleinere Sorte von Schiefersteinplatten, die aber gleichzeitig auch erheblich dünner sind. Ihre Stärke beträgt gewöhnlich 4 bis 6 Zentimeter. Dieselben haben eine quadratische Form, sie sind auf ihrer Oberfläche meistens sauber abgeschliffen und ihre Ecken und Kanten sind ebenfalls genau und sauber behauen. Man verlegt die Steine reihenweise rechtwinkelig auf die Umfangsmauer, und wird beim Verlegen der nötige Verband in den einzelnen Reihen eingehalten. Meistentheils verlegt man jedoch die Steine nach diagonaler Richtung, wie in nebenstehender Figur 300 angedeutet ist.

Figur 300.



Beim Verlegen der einzelnen Steine wird ganz dasselbe Verfahren angewendet, wie oben näher beschrieben ist, nur dass man hier den Stein durch leichteres Aufklopfen mit einem hölzernen Klöppel in seine richtige Höhenlage zu bringen sucht. Beim Verlegen der Steine nach diagonaler Richtung sucht man zunächst die Mittellinie des zu belegenden Raums, spannt hierauf eine Schnur aus und verlegt, nachdem an beiden Enden derselben die Lehrsteine gelegt sind, nach dieser Schnur die erste mittlere Reihe Steine und zwar so, dass die Diagonalen der Steine jedesmal genau mit dieser Schnur zusammenfallen. Nach der Quere werden diese Steine vollständig wagerecht gelegt. Beim Verlegen dieser ersten Reihe stossen also jedesmal zwei Steine mit einer Ecke zusammen. Alsdann werden zu beiden Seiten dieser Reihe die übrigen Steine eingeschoben und verlegt, so dass zuletzt die Ausfüllungen an den Seitenmauern stattfinden.

Zur weiteren Ausschmückung dieser Fussböden bringt man hierbei verschiedentlich auch Marmorfliesen zur Anwendung, die dann von gleicher Grösse, aber gewöhnlich etwas dünner als die Schiefersteinplatten sind. Dieselben sind auf ihrer Oberfläche ebenfalls sauber abgeschliffen und an ihren Ecken und Kanten genau und sauber behauen. Statt der Schiefersteinplatten verwendet man auch weisse und schwarze Marmorfliesen und verlegt dieselben abwechselnd in Mustern. Diese Marmorfliesen und namentlich die schwarzen haben aber den Nachtheil, dass sie sehr glatt sind und bei feuchtem Wetter oder Schneewetter sehr leicht Veranlassung zum Ausgleiten geben.

Durch abwechselnde Legung verschieden gefärbter Steine können sehr schöne Muster der Fussböden hergestellt werden, welches aber dem Geschmack des leitenden Architekten oder Baumeisters überlassen bleibt. Die Verlegung der einzelnen Steine bleibt in allen Fällen dieselbe.

Sollen diese Schiefersteinplatten oder Marmorfliesen auf Holzboden verlegt werden, was in Wohngebäuden auch vielfach zur Anwendung kommt, so wird zunächst auf die Balkenlage ein Bohlenbelag von Eichenholz, etwa 4 bis 5 Zentimeter stark, gelegt und festgenagelt. Darüber kommt zur vollständigen Dichtung der Fugen und zum ferneren Schutz des Holzes ein etwa 3 bis 4 Zentimeter starker Lehmbelag, welchen man erst vollständig abtrocknen lässt, und die darin entstehenden Risse wieder dichtet. Hierüber kommt dann eine 4 bis 5 Zentimeter hohe Sandschicht, worauf die Schiefersteinplatten in derselben Weise, wie oben näher beschrieben verlegt werden. Bei dieser Anordnung hat man aber bei Bestimmung der Fussbodenhöhe auf die hierdurch erforderlich werdende Mehrstärke Rücksicht zu nehmen und entweder die Balken an dieser Stelle um so viel niedriger als erforderlich zu legen, oder wenn die Balken sämmtlich in gleiche Wage zu liegen kommen, an dieser bezüglichen Stelle dieselben um so viel als erforderlich ist auszuschneiden, oder in den angrenzenden Räumen die Balken vor Legung der hölzernen Fussböden soweit aufzufüttern, als die Höherlegung des Steinbodens im Hausflur oder in der Küche solches erforderlich macht.

Soll der Fussboden eines Raumes oder die Oberfläche einer Terrasse mit Asphalt belegt oder aus Portland-Zement hergestellt werden, so ist zunächst die Herstellung einer steinernen Unterlage erforderlich, und zwar wird diese Unterlage dann gewöhnlich aus flachliegenden Mauerziegel, wie oben angegeben hergestellt, nur mit dem Unterschiede, dass zur Erhaltung einer festeren Lage der einzelnen Steine die Fugen mit Mörtel ausgegossen werden müssen. Die darüber zu legende Asphaltschicht erhält eine Stärke von 15 Millimeter und muss, um die festgestellte Fussbodenhöhe zu erhalten, die Steinschicht um so viel niedriger als die Stärke der Asphaltschicht beträgt, gelegt werden. Die Anwendung des Asphalts ist jedoch nur in schattigen und kühlen Räumen zweckmässig, weil er sonst leicht erweicht. In solchen Räumen, wo Feuerungsanlagen angebracht sind und viel mit heissem Wasser gespült wird, ist er durchaus nicht anwendbar.

Für diesen Zweck ist es vorzuziehen, den Fussboden aus einer Lage Portland-Zement herzustellen. Diese Zementlage muss, wenn sie genügend haltbar sein soll, eine Stärke von 2 Zentimeter erhalten.

Der Portland-Zement wird mit etwas nicht zu grobem Sande vermengt, mit Wasser angerührt, in genügender Konsistenz und zwar nicht zu dünn als Mörtel aufgetragen und ausgebreitet und dann mittelst eines Richtscheits gerade abgezogen. Beim Binden des Mörtels und während desselben wird die Oberfläche mit der Kelle sauber geglättet und alle entstehenden feinen Risse sofort zugestrichen. Um durch das Betreten der Oberfläche dieselbe nicht zu beschädigen, wird während der Arbeit und bis zur völligen Erhärtung dieselbe mit einzelnen Brettern belegt.

Wird dieser Zementboden auf Terrassen angewendet, so muss man ihn, so lange er nicht ganz trocken und hart geworden ist, gegen die Einwirkung der Sonnenstrahlen schützen, weil dadurch sonst die Zementlage sehr leicht reisst und sich von der Oberfläche der Unterlage ablöst und dann hohl liegt. Die Einwirkung der Sonnenstrahlen lässt sich aber sehr leicht durch Bedecken

mit feuchten Matten oder Säcken abhalten. Diese Bedeckung besprengt man mehrfach mit Wasser, wo dann unter Einwirkung von Feuchtigkeit der Mörtel nur um so besser bindet und erhärtet. Ein solcher Fussboden hat aber auch den Uebelstand, dass man bei feuchtem Wetter sehr leicht darauf ausgleitet, weil die Oberfläche desselben zu sehr abgeglättet wird.

In neuerer Zeit hat man den Portland-Zement unter Zusatz von grobem Sande auch vielfach benutzt, um einzelne Platten daraus zu giessen, welche dann nach vollständigem Erhärten an Stelle der Steinplatten zum Belegen der Fussböden und Trottoirs benutzt werden. Diese Platten erhalten sämmtlich gleiche Grösse und eine Stärke von 7 bis 8 Zentimeter und werden in gleicher Weise wie die Steinplatten verlegt. In wiefern diese Zementplatten den Steinplatten in Hinsicht längerer Haltbarkeit vorzuziehen sind, darüber sind noch durchaus nicht genügende Erfahrungen gemacht. Zur Pflasterung von Fusswegen und solchen Passagen, über welche keine Lasten gerollt oder gefahren werden, haben sich diese Platten während mehrerer Jahre als ganz brauchbar erwiesen. Dadurch ist aber noch keineswegs der Beweis geliefert, dass sie in irgend welcher Beziehung den Steinplatten vorzuziehen sind, wie an manchen Stellen behaupt wird.

Auch zur Herstellung von Trittstufen hat man den Portland-Zement mehrfach angewendet, wobei aber dann seine Bearbeitung anderer Art ist, als bei Herstellung der eben erwähnten Platten, indem einmal der Sandzusatz aus feinerem Sande besteht und ferner auch die Oberfläche mit der Kelle vollständig geglättet wird, wodurch der Zementüberzug mehr gedichtet wird und jedenfalls dadurch auch eine grössere Festigkeit erhält. Hierbei tritt aber auch wieder der Uebelstand hervor, dass die Oberfläche solcher Trittstufen bei feuchtem Wetter stets sehr glatt ist, ähnlich wie dieses bei den Granitplatten der Fall ist, wo dagegen bei Sandsteinstufen, wenn dieselben auch noch so sauber abgeschliffen sind, die Oberfläche stets eine gewisse Rauhheit behält, wodurch das Ausgleiten beim Betreten mehr oder weniger verhindert wird.

Bei Herstellung der Mosaikfussböden, bei denen die obere Lage aus kleinen verschieden gefärbten besonders hergestellten Steinstücken besteht, die nach bestimmten Mustern zusammengelegt, Verzierungen bilden, ist ebenfalls eine feste Unterlage erforderlich, auf welche dann die Mosaikstücke in den vorgezeichneten Mustern zusammengestellt, gelegt werden.

Das Verfahren hierbei ist folgender Art.

Man bildet hölzerne Rahmen, deren Grösse und Form aus dem jedesmal gewählten Mosaikmuster hervorgehen. Die farbigen Steinchen, welche mit ihren Kanten genau an einanderpassen, werden in den auf einer geraden Tischplatte liegenden Rahmen nach dem vorgelegten Muster aneinander gelegt, jedoch so, dass ihre obere später sichtbar bleibende Seite nach unten auf dem Holze der Tischplatte zu liegen kommt. Hierauf werden dieselben innerhalb des Rahmens mit einem scharf bindenden Zementmörtel übergossen, so dass in dieser Weise Platten von der Grösse des Musterrahmens erhalten werden, deren ganze Stärke 45 bis 50 Millimeter beträgt. Die Anwendung von Gipsmörtel hierzu statt des Zementmörtels ist nur dann zulässig, wenn der Mosaikboden in oberen Stockwerken oder überall auf Holzboden im Innern von Gebäuden verlegt werden soll. Uebrigens ist auch schon desshalb die Anwendung des Zementmörtels derjenigen des Gipsmörtels vorzuziehen, weil bei ersterem Mörtel eine Ausdehnung desselben beim Binden oder Erhärten nicht zu befürchten ist, wo dagegen bei Anwendung des Gipses eine, wenn auch nur

geringe Ausdehnung dennoch erfolgt, die aber sehr leicht Unregelmässigkeiten verursacht. Bei einem und demselben Mosaikboden werden die einzelnen zusammengehörigen Musterplatten immer von gleicher Grösse hergestellt. Ist die so eingesetzte Platte hart geworden, so nimmt man dieselbe aus dem Rahmen heraus und reinigt die oberen Kanten der Platte von etwa anhängendem Mörtel vollständig und schneidet von dem Zementguss noch die Kanten in etwas schräger Richtung nach unten hin ab, wodurch das spätere Verlegen der einzelnen Platten in hohem Grade erleichtert wird. Vor dem Verlegen der Mosaikplatten wird der Boden vollständig wagerecht geebnet und mit einer flachen Steinlage belegt, deren Fugen mit Zementmörtel ausgegossen werden, um eine feste Unterlage für die Mosaikplatten zu erhalten. Hierüber werden dann die einzelnen Mosaikplatten nach dem vorgeschriebenen Muster verlegt. Zu diesem Zweck wird der Steinboden mit einer dünnen Lage Zementmörtel bedeckt und hierin dann die betreffende Mosaikplatte vorsichtig eingelegt und bis zur gehörigen Höhenlage eingerieben. Hat die Platte ihre richtige Höhenlage, so muss aller Zementmörtel, der an den freien Kanten herum ausgedrungen ist, wieder beseitigt werden, damit bei Verlegung der anstossenden Platten keinerlei Hindernisse entgegen treten. Die Fugen zwischen den einzelnen Platten werden nicht mit Zementmörtel gedichtet, sondern es werden dieselben mit ihren Kanten dicht aneinander geschoben, welches dadurch ermöglicht wird, dass man den Zementguss der Platte an seinen unteren Kanten vorher abgeschrägt hat. Der durch diese Abschrägungen sich ergebende Zwischenraum wird beim Verlegen in Zementmörtel durch das Anschieben der zu verlegenden Platten wieder hinreichend ausgefüllt. Die hierzu zu verwendenden besonders dazu hergestellten Steinstückchen haben selten eine grössere Stärke als 15 Millimeter; dieselben sind an ihren Kanten ganz genau passend zusammen geschliffen, so dass sie also bei ihrer Zusammenlegung nach dem vorgezeichneten Muster dicht aneinander zu liegen kommen und die Fugen zwischen denselben hinreichend dicht werden. Es liegt auf der Hand, dass zu der Ausführung dieser Arbeiten nur tüchtige und akkurate Maurer verwendet werden können.

In Gegenden, wo der Gips viel vorkommt, findet man den gebrannten Gips häufig zur Herstellung von Fussböden verwendet. Die Herstellung dieser Gipsfussboden oder Gipsestriche findet nun in folgender Weise statt.

In dem unteren Stockwerk über gewölbten Kellern werden die Gewölbesäcke, wie üblich und oben näher beschrieben ist, ausgefüllt. Darüber wird eine Schüttung von trocknem Sande gebracht und diese vollständig wagerecht abgeebnet. Ueber diese abgeebnete Sandlage wird dann der mit Wasser angerührte Gips gegossen und bearbeitet, wie weiter unten näher angeführt wird. Hierbei ist jedoch namentlich auf Trockenheit der Unterlage zu sehen, indem der Gips nur im Trocknen dauerhaft ist, dagegen bei anhaltender Einwirkung von Feuchtigkeit weich wird, weil der Gips die Eigenschaft hat, die Feuchtigkeit sehr bedeutend anzuziehen.

Sollen in den oberen Stockwerken eines Gebäudes Gipsfussböden hergestellt werden, so wird die Balkenlage mit einem dichten Bretterbelag belegt; hierüber wird eine etwa 3 bis 4 Zentimeter dicke Lage Lehm ausgebreitet, um die Bretterfugen vollständig zu dichten, und nachdem diese Lehmlage getrocknet ist, wird eine dünne Lage trocknen Sandes darüber gebracht und diese vollständig wagerecht abgeebnet. Hierüber wird alsdann der Gipsestrich in einer Höhe von 3 Zentimeter gegossen. Es wird nämlich die Fläche, über

welcher der Gipsfussboden hergestellt werden soll, in kleinere Flächen von etwa 0,94 Meter Breite getheilt. An den Grenzen einer solchen Fläche wird ein Richtscheit in der festgesetzten Höhe des Gipsbodens vollkommen wagerecht befestigt. Das hierdurch abgetrennte Feld wird sodann nochmals mit trocknem Sande nach der Waage geebnet, jedoch nicht höher, so dass der Gipsestrich noch seine genügende Stärke erhält, und nunmehr der vorher angerührte Gipsmörtel (aus Gips und Wasser bestehend) so über das geebnete Feld ausgegossen, dass sich der Sand nicht damit vermengt. Hierauf wird die eingegossene Gipsmasse mit einem anderen Richtscheit nach der Lehrlatte gerade abgestrichen und nach etwa $^1/_4$ oder $^1/_2$ Stunde wird die Lehrlatte weggenommen und das angrenzende Feld in derselben Weise wieder bearbeitet und mit Gipsmörtel übergossen, wie eben angeführt ist. Hierbei ist aber Rücksicht darauf zu nehmen, dass der Gips beim Binden sich ausdehnt und muss daher, damit dieses ohne Nachtheil stattfinden kann, an den Wänden herum hierzu der erforderliche Spielraum gelassen werden, weil sonst im Unterlassungsfalle die Gipsdecke sich in der Mitte heben und dadurch Unebenheiten in derselben entstehen würden.

Etwa 24 Stunden nach dem fertigen Guss hat der Gipsguss schon so viel Konsistenz erlangt, dass man Bretter darüber legen und auf diesen stehen kann. Es wird nunmehr der Gipsguss mit sogenannten Gipshölzern, welche an ihrer unteren Seite eine gerade Fläche haben, sorgfältig überall geschlagen, welches in einem Zeitraum von 5 bis 6 Stunden wiederholt wird, um die Gipsdecke möglichst zu dichten. Endlich wird die Oberfläche derselben mit kleinen eisernen Mauerkellen gehörig geglättet, um alle Unebenheiten zu beseitigen, die während des Schlagens mit den Gipshölzern entstanden sind.

Um den Gipsestrich recht haltbar zu machen, tränkt man denselben dreimal mit heissem Leinoel. Dieses kann jedoch erst dann stattfinden, wenn der Gipsestrich vollständig wieder ausgetrocknet ist, welches einen Zeitraum von mindestens 14 Tage erfordert. Ehe der Gipsboden aber mit Leinoel getränkt wird, wird die Oberfläche nochmals sauber mit einem Tischlerhobel abgehobelt, um alle Unebenheiten zu beseitigen, die nach dem Tränken mit Leinoel nur noch um so stärker hervortreten und sichtbar werden würden. Hierauf wird die Oberfläche sauber abgekehrt und nunmehr das heisse Leinoel mit dem Pinsel aufgetragen. Hat der Gips einen genügenden Grad von Trockenheit, so zieht das Oel sehr stark ein und trocknet rasch, welches letztere aber dadurch noch mehr befördert wird, wenn man flache Blechkasten mit glühenden Kohlen in Entfernung von etwa 15 Zentimeter vom Gipsboden darüber aufstellt. Ein solcher Ueberzug von Leinoel wird dreimal angewendet; es muss jedoch der erste Anstrich vollständig getrocknet sein, ehe der folgende aufgebracht wird, weil sonst der Oelüberzug leicht klebrig bleibt. Ein solcher Ueberzug ist schon desshalb sehr zweckmässig, weil es doch sehr leicht vorkommen kann, dass einmal Wasser über den Boden ausgeschüttet wird, welches aber dann nicht weiter einziehen und den Gips erweichen kann. Ausserdem kann derselbe aber auch beim Betreten nicht abstäuben, welches ohne diesen Oel-Ueberzug unbedingt stattfinden würde.

Diese Gipsestriche sind überhaupt nur anwendbar in Hausfluren und solchen Räumen, wo nicht mit Wasser gespült wird, weil, wie auch schon oben angedeutet, der Gips das Wasser ungemein schnell aufsaugt, aber dann sehr schwer wieder austrocknet und in solchem Zustande sehr leicht erweicht. In Wohn- und Schlafzimmern sind die Gipsestriche nicht überall anwendbar,

weil sie ungemein kälten und daher auch der Gesundheit der Bewohner sehr nachtheilig sein würden.

Der Lehmestrich findet wesentlich da seine Anwendung, wo der damit überlegte Boden als Dreschtenne benutzt werden soll, wie dieses in Scheunen, aber vielfach auch in grösseren Bauerhäusern, hauptsächlich in dem vorderen Theil derselben stattfindet, wo dagegen dann in dem hinteren Theil dieser Häuser, wo gewöhnlich die Wohnräume enthalten sind, der Fussboden des Hausflurs mit Steinplatten belegt ist. Auch nicht selten findet man den Lehmestrich in Arbeiterwohnungen auf dem Lande zum Fussboden verwendet, was aber durchaus nicht stattfinden sollte, indem hier solche Lehmfussboden nicht selten noch im hohen Grade zu grösserer Unreinlichkeit beitragen als schon vorherrschend ist.

Eine Dreschtenne muss hart und fest genug sein, um den Schlägen mit den Dreschflegeln, den Pferdetritten und dem Druck der Räder der Erntewagen gehörig widerstehen zu können, und da dieses mit dem Lehmestrich auf die einfachste und billigste Art zu erreichen ist, so wird dieses Material auch hauptsächlich zu diesem Zweck verwendet.

Der zu verwendende Lehm muss zähe und möglichst rein sein und seine natürliche Feuchtigkeit noch besitzen; es darf daher kein magerer Lehm sein, welcher angewendet werden soll, weil dieser leicht bröckelt. Fehlt dem Lehm seine gehörige Feuchtigkeit, so muss derselbe ausgebreitet und unter häufigem Umarbeiten mittelst einer Giesskanne mit Wasser angefeuchtet werden. Vortheilhaft ist es, wenn man den Lehm in diesem angefeuchteten Zustande den Winter über liegen lässt, damit er durchfriert, weil derselbe sich dann im Frühjahr, nachdem er wieder völlig aufgethauet ist, besser bearbeiten lässt.

Der Lehm wird nun durch Schlagen, Treten und Durchschaufeln so lange bearbeitet, bis die ganze Masse wie ein fester zäher Teig gestaltet, bei welcher Gelegenheit dann auch alle Steine und harte Klumpen, sowie Wurzelenden und sonstige fremdartige Theile beseitigt werden. Nunmehr wird dieser durchgearbeitete Lehm in einzelnen Lagen von etwa 15 Zentimeter Höhe in der Tennenflur, welcher vorher vollständig abgeebnet, eingebracht, mit Schaufeln wagerecht abgeglichen und möglichst regelmässig dicht getreten und gestampft, damit keine Höhlungen oder Vertiefungen weder unten noch durch die ganze Masse vorhanden bleiben. Drei solche Lagen werden über einander ausgebreitet, so dass die Gesammtstärke etwa 45 Zentimeter beträgt, und wird jede Lage für sich, wie eben beschrieben, gehörig bearbeitet, wodurch dann schliesslich die ganze Lage eine grosse Dichtigkeit erhält. Ist die dritte (obere) Lage ausgebreitet und festgetreten, so werden einige Bretter über die Lehmmasse gelegt, auf welchen die Arbeiter stehen, um keine Trittspuren in den noch weichen Lehm zu verursachen. Die Arbeiter fangen nun von einer Seite der Tenne her an den Lehm mit sogenannten Pritschbläueln (hölzernen Schlägeln) zu schlagen und mittelst und während des Schlagens damit nicht nur die Oberfläche noch mehr zu dichten, sondern gleichzeitig auch zu ebnen, wobei die Arbeiter mit und auf den Brettern bis an das andere Ende der Tenne fortrücken. Nach dieser Arbeit bleibt die Tenne ruhig liegen, um soweit abzutrocknen, dass beim Schlagen der Lehm nicht an den hölzernen Schlägeln hängen bleibt, wozu etwa 2 bis 3 Tage erforderlich sind. Hiernach wird die Tenne ganz in derselben Weise wieder mit den hölzernen Schlägeln bearbeitet und die in Folge des Trocknens entstandenen Risse werden wieder vollständig dicht geschlagen. Diese Arbeit des Festschlagens wird dann in Zwischen-

räumen von etwa 24 Stunden so häufig wiederholt, bis sich keine Risse mehr zeigen. Nach der letzten Bearbeitung der Tenne und so lange dieselbe noch nicht vollständig getrocknet ist, ist es vortheilhaft, wenn man den Lehmboden mit Hammerschlag bestreut und diesen nochmals mit den Schlägeln bearbeitet und einschlägt, wodurch ein ferneres Reissen der Lehmoberfläche sehr wesentlich verhindert wird.

Man findet mehrfach die Angabe, dass der zu verwendende Lehm mit Ochsenblut und Theergalle vermischt werden müsse. Diese Ingredienzen haben aber keinerlei Zweck und tragen in keiner Weise zum Festwerden des Lehms in höherem Grade bei, als das Wasser; wol aber erschweren sie das Trocknen des Lehms, indem das Blut in Fäulniss übergeht und in diesem Zustande während längerer Zeit die Feuchtigkeit der Luft aufnimmt und dadurch den Lehm feucht erhält.

Die Oberfläche der Tenne muss mit der Hausthorschwelle in einer Ebene liegen. Um den Tennenboden aber in unmittelbarer Nähe des Hausthors gegen Feuchtigkeit und Regen möglichst zu schützen und gleichzeitig dann auch zu verhindern, dass beim Ueberfahren der Erntewagen über die Hausthorschwelle von den Wagenrädern keine Schläge auf den Lehmboden entstehen können, wodurch derselbe nur sehr bald beschädigt werden würde, so wird unmittelbar hinter der Hausthorschwelle die Tenne in einer Breite von etwa 1,88 Meter mit Steinpflaster (Kieselsteinpflaster) belegt. Legt man das Steinpflaster ausserhalb des Gebäudes in gleicher Höhe mit dem Boden der Tenne, so lässt sich mit Leichtigkeit auch die Einrichtung treffen, dass während des Einfahrens mit dem Erntewagen die Hausthorschwelle, welche in diesem Falle von Holz hergestellt werden muss, ganz herausgenommen wird, so dass die Einfahrt ohne Hinderniss stattfindet. Diese Einrichtung, wo man sie angebracht findet, hat sich bis dahin für diesen Zweck stets als sehr zweckmässig erwiesen.

Wird die Tenne nicht zum Ausdreschen des Korns benutzt, so ist es jedenfalls vortheilhafter und reinlicher, wenn dieselbe mit Steinen gepflastert wird, zumal wenn zu beiden Seiten die Viehställe angebracht sind. Zu solchem Steinpflaster verwendet man am vortheilhaftesten nicht zu grosse Kieselsteine, weil auf diesen die Pferde nicht ausrutschen können. Der Futtergang vor den Kuhständen muss mit grösseren dicken, sauber gekanteten Steinplatten belegt werden.

Dreizehntes Kapitel.

§ 80. Die gemauerten Thurmspitzen.

Schon im Mittelalter und noch früher wurden die Thurmspitzen oder Thurmpyramiden in Steinmaterial ausgeführt. Ihre schönste Ausbildung erhielten sie in der Zeit der Gothik, wie noch mehrere vorhandene Beispiele als der Strassburger Münster, die St. Stephanskirche in Wien und verschiedene andere Kirchen hinreichend Beweis davon liefern. Daneben fand man aber auch andere Thürme, weniger hervorragenden Zwecks mit aus Ziegel-

steinen gemauerten Kuppen oder in Gestalt von Pyramiden bedeckt. Viele Thürme wurden auch mit hohen Pyramiden aus starken Hölzern hergestellt bedeckt. Im vorigen Jahrhundert ging man aber auch hiervon mehr ab, man stellte die Thurmspitzen oder Thurmdächer wesentlich aus Holz und bedeutend niedriger her und kamen dabei die sogenannten welschen Hauben vielfach in Mode. Doch in neuerer Zeit hat man wieder mehrfach angefangen, die Thurmspitzen oder Thurmpyramiden in ihrer ganzen Höhe statt von Holz massiv herzustellen, um sie dadurch gegen Einwirkung der Blitzschläge und gegen Entzündung durch dieselben zu schützen, weil sie wegen ihrer bedeutenden freistehenden Mehrhöhe, mit welcher sie alle übrigen Gebäude eines Ortes oder einer Stadt überragen, diesen Einwirkungen am ersten und häufigsten exponirt sind. Aus gleichem Grunde hat man zur Herstellung der Thurmpyramiden mit Vortheil des Eisens sich bedient, und dieselben ganz von Eisen hergestellt.

Es ist hier nun keineswegs die Absicht über die architektonische Anordnung und Ausschmückung der massiven Thurmpyramiden weitere Erörterungen zu geben, sondern es soll hier nur über die Ausführung des Rohbaues im Allgemeinen das Nötige angeführt werden.

Die Ausführung einer massiven Thurmspitze, vorausgesetzt, dass dieselbe nicht durchbrochen und mit vielem architektonischen Schmuckwerk versehen, hergestellt werden soll, ist nun zwar keiner grossen Schwierigkeit unterworfen, wenn man nur nicht scheut, die Kosten für die dazu erforderlichen Baugerüste aufzuwenden, welche unter Umständen ebenso viel betragen können, als die Kosten für die Mauerung selbst, namentlich, wenn die Gerüste sehr hoch aufgeführt und dabei unter allen Umständen so fest hergestellt werden müssen, dass sie während der Bauzeit oder der Dauer ihrer Benutzung allen Stürmen vollständig widerstehen können. Es ist selbstverständlich, dass man die Thurmspitzen nicht, wie dieses in neuerer Zeit mehrfach bei grossen Dampfschornsteinen zur Anwendung gekommen ist, ohne weitere Gerüste aufführen kann, sondern es müssen diese Baugerüste sogar für sich selbstständig aufgeführt werden und dürfen durchaus nicht mit dem Gemäuer der Thurmspitze in irgend welcher Verbindung stehen.

Die Gestaltung der Thürme ist verschieden. Es können dieselben im Grundriss rund, quadratisch oder auch achteckig sein. Ebenso können sie in Betreff ihrer Stellung gegen das Gebäude, zu welchem sie gehören, entweder ganz freistehend oder angebaut oder auch eingebaut sein. Wenn es irgend zulässig ist, so ist es jedenfalls am zweckmässigsten, den Thurm freistehend vom Gebäude getrennt, aufzuführen und denselben dann mit letzterem durch einen leichteren Zwischenbau zu verbinden, weil im Verhältniss zu der Grundfläche, welche ein solcher Thurm befasst, die Belastung für dieselbe bedeutend grösser wird als bei irgend einem anderen Theil des zugehörigen Gebäudes und daher, wenn beide Theile in unmittelbarer Verbindung mit einander stehen, sehr leicht Lostrennungen stattfinden können. Wenn man in solchem Falle, wo der Thurm mit dem zugehörigen Gebäude in unmittelbaren Zusammenhange steht, auch durch wesentliche Verbreiterungen der Thurmfundamente den Druck der Gebäudelast über eine grössere Grundfläche vertheilt, so ist man dennoch nicht im Stande die Tragfähigkeit des Grundes so zu ermitteln, um ein richtiges Verhältniss angeben zu können, in welcher Breite die Fundamente zu dem Thurm und diejenigen zu den übrigen Gebäuden anzulegen sind, um Lostrennungen gänzlich zu verhindern.

Es ist daher jedenfalls vorzuziehen, wenn grössere und höhere Thürme

aufgeführt und mit anderen Gebäuden verbunden werden sollen, dieselben freistehend und für sich aufzuführen und erst dann die Verbindung zwischen beiden Gebäuden herzustellen, wenn dieselben vollständig bis zu ihrer ganzen Höhe aufgeführt sind.

In Betreff der Anlage der Fundamente zu Thürmen ist noch besonders zu bemerken, dass bei Herstellung derselben auch gleichzeitig die Ecken berücksichtigt und auswärts breiter angelegt werden müssen, als der Zwischentheil der Fundamente für die Seitenmauern des Thurms. Es findet auch hier auf den Ecken ein stärkerer und zwar ein einseitiger nach Aussen mehr oder weniger gerichteter Druck statt, welchem daher nur durch eine grössere Breitenanlage des Fundaments an dieser Stelle entgegengewirkt werden kann. Erhalten die Thurmmauern äusserlich Strebepfeiler, so muss schon von selbst eine Verbreiterung der Fundamentecken stattfinden.

Die äusseren Thurmmauern müssen bei grösserer Höhe des Thurms schon immer eine bedeutende Stärke erhalten, um einmal, weil sie bei grösserer Ausdehnung und Höhe den Angriffen der Sturmwinde eine bedeutend grössere Fläche bieten, diesen Angriffen vollständig widerstehen zu können, und ferner, wenn der Thurm als Glockenthurm gleichzeitig dienen soll und als solcher benutzt wird, auch den durch das Läuten grosser schwerer Glocken entstehenden Erschütterungen und Schwingungen ohne allen und jeden Nachtheil widerstehen zu können und dadurch gleichzeitig zu verhindern, dass die entstehenden Schwingungen durch das untere Mauerwerk nicht demjenigen der Thurmpyramide mitgetheilt werden kann, wodurch diese letztere nur im höchsten Grade leiden würde.

Bei Herstellung der Thurmspitze von Holz kommt dieser zuletzt erwähnte Nachtheil für die Spitze selbst nicht so sehr in Betracht, weil die Holzverbindungen vermöge der Elastizität des Holzes überall etwas nachgeben und der Bewegung folgen, ohne dabei so erheblich zu leiden, und würden in diesem Falle die unteren Thurmmauern hauptsächlich den Nachtheil haben. Dagegen bei den gemauerten Thurmspitzen, welche als starre, aus vielen kleinen Theilen zusammengesetzte Körper zu betrachten sind, die durch den Angriff heftiger Winde schon so mehr oder weniger leiden, würden die in Folge des Läutens der Glocken entstehenden Schwingungen, wenn sie sich dem Gemäuer derselben mittheilten, noch in bedeutend höherem Grade gefährlich werden.

Ueber die erforderliche Stärke der Umfangsmauern eines Thurms allgemein geltende Vorschriften zu geben, hat jedenfalls sehr erhebliche Schwierigkeiten, indem zu verschiedenartige Verhältnisse vorliegen können, welche für die jedesmalige Stärke der Mauern maassgebend sind. Unter allen Umständen ist es aber erforderlich, dass man die Stärke der Umfangsmauern eines Thurms nicht zu geringe annimmt, selbst auch in dem Falle nicht, wenn die Thurmspitze von Holz hergestellt werden soll, wo dann wieder die Höhe der Pyramide sehr berücksichtigt werden muss. Diese grössere Stärke der Mauer ist schon desshalb notwendig, damit dieselben den durch Sturmwinde hervorgerufenen Schwingungen und Bewegungen der Thurmspitze genügenden Widerstand leisten können und nicht dadurch selbst mit in Bewegung geraten, wodurch dann sehr leicht die vertikalen Risse in dem Thurmgemäuer veranlasst werden, welche schwierig wieder zu verbessern sind und viele und schwere nachträglich einzubringende Verankerungen erforderlich machen.

Die innere Verankerung der Thurmmauern durch eingelegte Balkenlagen mit gehörig tief in die Mauern eingreifenden starken eisernen Ankern versehen, ist durchaus notwendig und namentlich ist in jeder Balkenlage eine Kreuzverankerung der Ecken anzubringen, welches aber nicht immer genügend berücksichtigt wird. Bei Anordnung der Balkenlagen im Innern des Thurmgebäudes ist es ferner erforderlich, dass diese in den verschiedenen Stockwerken sich kreuzen und nicht sämmtlich nach einer Richtung gelegt werden. Eben so ist es zweckmässig, namentlich, wenn beabsichtigt wird, die Glocken im Innern des Thurmgebäudes zum Läuten aufzuhängen, dass die lichte Höhe der einzelnen Stockwerke nicht zu bedeutend angenommen werde und ist hierzu, abgesehen von dem untersten Stockwerk, eine Höhe von 4,70 bis höchstens 5,65 Meter jedenfalls am geeignetsten. Durch Anordnung einer grösseren Anzahl von Balkenlagen wird die Stabilität des Thurmgebäudes jedenfalls vergrössert, weil dadurch gleichzeitig eine grössere Menge Verankerungen erhalten wird.

Dass die Glockenstühle nicht unmittelbar auf der Balkenlage desjenigen Stockwerks, in welchem die Glocken aufgehängt werden sollen, angebracht und befestigt werden dürfen, versteht sich wol von selbst, und dennoch findet man einzelne Fälle, wo dieses vom Baumeister unberücksichtigt geblieben ist. Bei einem in neuerer Zeit aufgeführten Thurm mit einer Thurmpyramide hatte man den Glockenstuhl, an welchem vier grössere Glocken gehängt wurden, auf der obersten Balkenlage des Thurms angebracht, in welcher Höhe gleichzeitig auch die im Grundriss achteckige Laterne, welche den Glockenstuhl umschloss und über welcher alsdann die Thurmpyramide aufgeführt wurde, angelegt war. Beim Läuten der in dieser Laterne aufgehängten Glocken entstanden derartige Schwingungen in der gemauerten Pyramide, dass grosse Befürchtungen entstanden und zunächst das Läuten eingestellt und das Geläute vollständig geändert werden musste. Ausserdem mussten auch noch andere Anordnungen getroffen werden. Die betreffende Balkenlage wurde durch starke Rahmhölzer unterstützt, die wieder durch vertikal gestellte mit der nächst unteren Balkenlage durch starke Zugankereisen verbundene Hölzer unterstützt wurden. Um das permanent wiederkehrende Heben und Senken des Glockenstuhls beim Läuten der Glocken aufzuheben, wurden die Hölzer des Glockenstuhls mit jenen vertikal gestellten Hölzern durch starke eiserne Schienen fest mit einander verbunden. Hierdurch wurden die Schwingungen beim Läuten der Glocken zwar nicht vollständig aufgehoben, es fand aber eine sehr wesentliche Verminderung derselben statt. Bei Aufführung des Thurmgebäudes hatte man übrigens auch den Fehler gemacht, dass man die Höhe der einzelnen Stockwerke zu bedeutend angenommen hatte. Durch die Anordnung der erwähnten Zuganker wollte man den Bewegungen des Glockenstuhls entgegenwirken und dieselben dadurch gänzlich aufheben, welches aber dennoch, wie auch schon angeführt, nicht vollständig erreicht wurde. Diese Anordnung kann auch nur als Aushilfe angesehen und keineswegs als richtig konstruktiv angenommen werden.

Unabhängig von den Balkenlagen muss der Glockenstuhl oder dasjenige Gerüst, worauf der Glockenstuhl angebracht werden soll, so hergestellt werden, dass die vertikalen unterstützenden Hölzer dieses Gerüstes durch mehrere Balkenlagen reichen und auf einer der unteren Balkenlagen aufstehen. Das Gerüst darf mit den äusseren Mauern des Thurmgebäudes nicht weiter in irgend welche Verbindung gebracht werden, weil bei länger anhaltendem

Läuten grosser Glocken dennoch immer erhebliche Schwingungen entstehen, und diese, wenn sie sich auch den Umfangsmauern mittheilen können, bei gemauerten Thurmspitzen jedenfalls grosse Gefahr für dieselben hervorbringen wird, wie das angeführte Beispiel dieses auch zur Genüge bewiesen hat. Dass das erwähnte Gerüst durch Kreuzbänder genügend zu verbinden ist, welche aber nicht weiter mit den zwischenliegenden Balkenlagen in Verbindung gebracht werden, ist selbstverständlich.

Die Thurmmauern in den verschiedenen Stockwerken nach oben hin absatzweise schwächer aufzuführen, ist durchaus nicht zweckmässig. Es ist für die Stabilität des Thurms notwendig, die Mauern möglichst in einer Stärke von unten bis zur ganzen Höhe aufzuführen, und im äussersten Falle in der ganzen Höhe nur einen Absatz anzuordnen. Man kann die Thurmmauern noch durch vortretende, gleichzeitig mit dem übrigen Mauerwerk aufgeführte Strebepfeiler sehr wesentlich verstärken. Diese Anordnung darf aber nicht desshalb stattfinden, um dafür die übrigen Mauern nunmehr in erheblich geringerer Stärke aufzuführen. Eine Verringerung der Mauerstärke darf zumal dann nicht stattfinden, wenn man dem unteren Thurm im Grundriss die Form eines Quadrats gibt und darüber die Thurmpyramide mit ihrem vertikalen Unterbau (der Laterne) in der Grundform eines Achtecks aufführt. In solchem Falle müssen die Mauern schon eine erhebliche Stärke erhalten, um gleichzeitig auf Raum für die notwendigen anzubringenden Strebepfeiler der im Grundriss achteckigen Laterne zu gewinnen. Um dieses nicht nur zu erreichen, sondern auch um dem unteren Thurme namentlich in seinem oberen Theil eine grössere Stabilität zu geben, ist es jedenfalls sehr zweckmässig, dasjenige Verfahren, welches bei dem Bau der Kuppel der Paulskirche in London angewendet worden ist, auch hierbei anzuwenden. Es ist nämlich der Unterbau der Kuppel, wie auch schon früher angeführt ist, im Innern nicht zylindrisch, sondern konisch aufgeführt und zwar ist der innere Durchmesser des Unterbaues am Anfange der Kuppel 1,52 Meter kleiner als am Boden desselben; äusserlich dagegen ist die Umfangsmauer lothrecht aufgeführt.

Bei Aufführung der Thurmmauern ist dieses nun ebenfalls ohne alle Schwierigkeit in Ausführung zu bringen, wenn man in einer Entfernung von etwa 9,5 bis 12,5 Meter vom Fusspunkte der Laterne oder Thurmpyramide abwärts, die Mauern im Innern bis nach oben hin nach Innen auskragt, jedoch so, dass die Auskragung nach einer geraden Linie bis oben hin ausgeführt wird und somit am oberen Theil des Thurms, wo die Laterne oder die Thurmpyramide beginnt, die sämmtlichen Mauern mindestens 3 Dezimeter stärker werden und der innere Raum bis dahin die Gestalt einer abgekürzten Pyramide erhält. Im Aeusseren dagegen wird das Mauerwerk vollständig lothrecht aufgeführt. Die einzulegenden Balkenlagen müssen mit ihren Kopfenden bis in die lothrechte Kernmauer hineinragen. Dass bei dieser Anordnung ein Absetzen der Mauern im Innern nicht stattfinden kann, ist selbstverständlich, denn es würde dadurch der eigentliche Zweck der Verstärkung wieder gänzlich verloren gehen, wollte man die lothrechten Mauern im oberen Theil des Thurms schwächer herstellen. Ausserdem müssen aber in diesem Falle auch die inneren Ecken von einer gewissen Höhe ab, im Innern in schräger Richtung überkragend ausgemauert werden, um dann am oberen Theil des Thurmunterbaues im Innern die Form des Achtecks zu erhalten, welche annähernd der Grundform der Laterne entsprechend ist. Dass bei diesen Arbeiten auf einen regelmässigen Mauerverband gesehen werden muss,

ist wol selbstverständlich und bedarf kaum einer weiteren Erwähnung. Durch die hierdurch hervorgebrachte grössere Belastung am oberen Theil und zwar im Innern des Thurmunterbaues, wird aber gleichzeitig auch eine grössere Stabilität der ganzen Konstruktion erhalten.

Diese Anordnung macht aber eine fernere tüchtige Verankerung der Mauern durchaus nicht überflüssig, sondern es müssen sowol die Mauerecken parallel mit den betreffenden Mauerfluchten unter sich, als auch nach diagonaler Richtung mit einander verankert werden. An der Stelle, wo der quadratförmige Thurmunterbau aufhört, wird die Verankerung innerhalb des Mauerwerks angebracht, und zwar wird dieselbe aus starken eisernen Schienen in Form von Kränzen hergestellt. In den unteren Stockwerken liegen die Verankerungen, soweit sie nicht in den Mauern stecken, ganz zu Tage und ist daher hierbei darauf zu achten, dass dieselben in ihrer Mitte genügend unterstützt werden, welche Unterstützung aber wieder genügend durch die eingelegten Balkenlagen erreicht werden kann. Haben die Seiten des Thurms eine grössere Länge, so müssen auch jedesmal in deren Mitte Verankerungen der einander gegenüber stehenden Mauern hergestellt werden, welche Ankerungen aber hier an die betreffenden Balken befestigt werden. Eine tüchtige Verankerung der Thurmmauern unter sich und zwar an verschiedenen Stellen ist jedenfalls erforderlich, damit dieselben bei etwa entstehenden Bewegungen, die, wenn auch nur geringe und kaum wahrnehmbar, bei heftigen Stürmen wol unvermeidlich sind, einen festen inneren Zusammenhalt haben. Diese Verankerungen müssen stets tief in die Kernmauern des Thurms eingreifen.

Gewöhnlich führt man die Mauern des Thurms bis zu dem Anfange der Thurmpyramide oder der Laterne mit gewöhnlichem Kalkmörtel auf. Da sich aber bei verschiedenen älteren sehr starken Mauern, wenn sie abgebrochen wurden, gezeigt hat, dass selbst nach hundert Jahren seit der Aufführung derselben der Kalkmörtel im Innern noch völlig weich war, so entsteht jedenfalls die Frage, ob es nicht vortheilhafter für das Gebäude ist, wenn man dem Kalkmörtel einen genügenden Zusatz von Trass oder Zement gibt, um dadurch ein schnelleres Binden und Erhärten des Mörtels hervorzubringen. Wenn hierdurch auch die Baukosten vergrössert werden, so ist es doch auch wieder ausser allen Zweifel, dass die Festigkeit des Mauerwerks dadurch wesentlich vergrössert wird, welches jedenfalls eine Hauptsache ist.

Der obere Aufsatz, als die Laterne und die darüber aufzuführende Thurmpyramide, welche eine erheblich geringere Mauerstärke als der Unterbau erhalten, muss notwendig mit Zementmörtel aufgeführt werden, und eignet sich hierzu jedenfalls am besten tüchtiger Portland-Zementmörtel oder ein sonst nicht zu schnell bindender tüchtiger Zementmörtel. Ein Haupterforderniss hierbei ist aber ferner, dass das sämmtliche Mauerwerk mit durchaus vollen Fugen gemauert werde, und muss daher jede einzelne Schicht vor Herstellung der nächstfolgenden mit Mörtel ausgegossen werden. Dieses ist durchaus notwendig, damit später bei Regenstürmen nicht das Wasser in die Fugen eindringen oder durch dieselben in das Innere eingetrieben werden kann, wodurch das Mauerwerk auf die Dauer und namentlich bei eintretendem Frostwetter im höchsten Grade leiden würde. Es ist auch schon desshalb auf diesen Theil des Thurms eine besondere Aufmerksamkeit bei Aufführung desselben zu verwenden, weil entstandene Beschädigungen daran einmal sehr schwierig und nur mit grösserem Kostenaufwande wieder herzustellen sind, und ferner, weil diese Beschädigungen nicht leicht eher zu entdecken sind,

als bis sie schon einen erheblichen Umfang einnehmen. Dass daher zu diesen Arbeiten nur durchaus gute und vollständig gar gebrannte Ziegelsteine verwendet werden müssen, und zwar nicht allein zu dem äusseren Blendmauerwerk als auch zu demjenigen an der Innenseite, versteht sich wol von selbst.

Wird die Thurmpyramide nicht unmittelbar auf das Hauptthurmgemäuer aufgesetzt, sondern wird erst ein vertikaler Aufbau (die Laterne) hergestellt, worauf die Pyramide folgt, so ist an der Stelle, wo beide Theile zusammentreffen, eine gehörige Verankerung anzubringen, wodurch ein Auseinanderdrängen der vertikalen Mauern der Laterne verhindert wird. Diese Verankerung besteht aber dann nicht nur aus einem am äusseren Rande des Mauerwerks gelegten starken eisernen Kranz, sondern es müssen die einander gegenüber liegenden Ecken dieses Kranzes noch durch starke Zuganker mit einander verbunden werden, so dass ein Verschieben des Kranzes nicht möglich wird. Dessgleichen müssen auch die Strebepfeiler der Laterne mit den Mauern derselben durch starke eingelegte eiserne Schienenanker verbunden werden. In dem Höherbau der Pyramide werden in verschiedenen Höhen noch solche Ringverankerungen angebracht, bei denen die einander gegenüber liegenden Ecken durch Zuganker fest verbunden werden. Mit diesen Verankerungen wird gleichzeitig auch die Helmstange in Verbindung gebracht und müssen daher die Kreuzverankerungen im Innern der Thurmspitze genügend stark hergestellt werden. Die obere Bekrönung der Thurmpyramide wird am zweckmässigsten von starkem Kupfer hergestellt.

Bei dem Bau der Kirche zu Oderberg, deren Thurmspitze ebenfalls aus Mauer- oder Formsteinen erbaut ist (s. Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. 1846) hat man die Pyramide durch je vier Diagonalanker viermal verankert.

In dem Notizblatt des Architekten-Vereins zu Berlin ist die Konstruktion der Thurmspitzen auf dem Diakonissenhause Bethanien in der Ansicht, im Durchschnitt und verschiedenen Grundrissen näher dargestellt. Bei diesen Thurmspitzen sind drei schmiedeeiserne achteckige Ringe, jeder aus zwei Theilen bestehend, die durch Schraubenbolzen zusammen gehalten werden, in verschiedenen Höhen um das Mauerwerk zwischen demselben und der äusseren Verblendung gelegt worden; der dritte und oberste Ring ist noch mit einem eisernen Kreuz versehen, mit welchem die eiserne Helmstange in Verbindung gebracht wurde.

Was nun den Aufbau der Pyramide betrifft, so lässt sich die Aufmauerung derselben nicht aus freier Hand ausführen, sondern um die richtigen Kanten beim Höherbau einhalten zu können, müssen für diese Schnüre ausgespannt werden. Da nun die Grundfläche, sowie auch die Höhe der Pyramide vorher bestimmt ist, so lassen sich leicht in verschiedenen Höhen derselben horizontale Schnittflächen bestimmen. Nach diesen werden hölzerne Kränze ausgearbeitet und ein solcher Kranz dann in der zugehörigen Höhe auf ein festes Gerüst befestigt und von den Ecken dieses Kranzes aus nach unten hin bis zu bezüglichen Ecken des Mauerwerks Schnüre ausgespannt, welche die genauen Richtungen der Kanten der Pyramide bezeichnen. Ist bis zu diesem Kranze die Pyramide aufgeführt, so wird in ähnlicher Weise der nächstfolgende Kranz befestigt und werden auch hier wieder die Schnüre für die Kanten der Pyramide in gleicher Weise ausgespannt. Eine Hauptsache hierbei ist noch, dass die Mittelpunkte dieser Kränze allemal völlig lothrecht übereinander treffen, und ist zu dem Ende es erforderlich, dass man während der Aufmauerung mehrfach mittelst des Lothes und der Setzwage von der Richtigkeit der Lage des Kranzes sich überzeugt, weil aus geringem Anlass sich manchmal

ein solcher Kranz etwas verrücken kann. Ein solches Verrücken des Kranzes würde aber bei weiterer Ausführung der Pyramide zu erheblichen Unregelmässigkeiten Veranlassung geben.

Was die Stärke des Umfassungsmauerwerks der Thurmpyramide betrifft, so hängt diese von der Höhe der Pyramide ab. Man gibt diesem Umfangsmauerwerk je nach Verhältniss der Höhe im unteren Theil eine Stärke von mindestens $1^1/_2$ Steinen, oder bei geringerer Höhe von mindestens einem Steine. Nach oben hin wird die Wandstärke verringert.

Zur Einhaltung eines richtigen Mauerverbandes bei Aufmauerung der Thurmpyramide hat man in der Weise zu verfahren, dass man an den Ecken und in der Mitte jeder Seite in den Schichten den Verband für den Kreuzverband anlegt und dann von der Mitte aus nach beiden Ecken hin verbandmässig mauert, so dass die Ausgleichung der in jeder weiteren Schicht sich verändernden Längen stets nur neben den Eckziegeln stattfindet. Zu den Eckziegeln müssen bestimmt geformte Steine angewendet werden, so dass ein Nacharbeiten der äusseren Ziegelflächen während der Mauerung nicht mehr erforderlich wird. Durch ein solches Nacharbeiten würde die feste Oberhaut des Steines nur beschädigt werden und um so eher Anlass geben zu entstehenden Beschädigungen. Auch die übrigen an den Aussenflächen zu vermauernden Steine müssen an einer Kante um ein Geringes abgeschrägt geformt werden, um der schrägen Thurmfläche anpassend zu sein. Dieses muss aber auch schon vor dem Brennen stattfinden.

Dass bei diesen gemauerten Thurmspitzen und überhaupt gemauerten Thürmen ein äusserer Zement- oder Kalkabputz nicht anwendbar ist, bedarf wol kaum der Erwähnung. Ein solcher Abputz würde schwerlich auch eine längere Dauer haben und dann häufig Reparaturen erforderlich machen. Es wird daher das Gemäuer stets auf's Sorgfältigste mit Zement ausgefugt, damit kein Wasser in die Fugen eindringen kann.

Vierzehntes Kapitel.

§ 81. Die Reparaturbauarbeiten.

Unter Reparaturbauarbeiten sollen hier keineswegs die geringeren, alljährlich fast erforderlich werdenden geringeren Reparaturen an vorhandenen Gebäuden, zur ferneren Instandhaltung derselben, verstanden werden, sondern es sollen hier wesentlich diejenigen Arbeiten darunter verstanden werden, die zur Erhaltung vorhandener älterer Gebäude durchaus erforderlich sind und hauptsächlich darin bestehen, dass ältere durch mangelhafte Ausführung oder durch sonstige Einwirkungen schadhaft gewordene Haupttheile eines Gebäudes beseitigt und wieder neu ersetzt werden, welche Arbeiten aber nicht selten mit den grössten Schwierigkeiten verbunden sind und bei denen die Kosten der Vorarbeiten, die notwendig werden, die erforderlichen Reparaturarbeiten ausführen zu können, nicht selten die Kosten dieser letzteren Arbeiten bedeutend übersteigen. Hiermit soll aber durchaus nicht die Ansicht ausgesprochen werden, dass die geringeren fast jährlich erforderlichen Reparaturen

unbeachtet gelassen werden können; im Gegentheil müssen auch die geringfügigen Reparaturen an einem Gebäude rechtzeitig ausgeführt werden, weil nicht selten eine Vernachlässigung dieser Arbeiten Veranlassung zur Vornahme bedeutender Reparaturen geworden ist.

Gleichzeitig sollen in diesem Abschnitt auch diejenigen Arbeiten im Allgemeinen besprochen werden, welche nicht selten bei Aufführungen von Neubauten zum Schutz benachbart anliegender Gebäude an diesen letzteren ausgeführt werden müssen.

Es kommen aber auch vielfach Arbeiten vor, die durch Umbauten an älteren Gebäuden bedingt sind, und demnach nicht wol als neue Arbeiten angenommen werden können, deren Ausführung aber dennoch nicht selten mit sehr grossen Schwierigkeiten verbunden sind, als namentlich die Herstellung ausgedehnter Kelleranlagen unter älteren Gebäuden, in welchen bis dahin keine solchen vorhanden waren und deren Fundamente nicht bis zu der Tiefe, in welcher die Keller ausgegraben werden sollen, heruntergeführt sind. Man könnte noch manche besondere hierher gehörige Fälle speziell anführen, allein dieselben kommen nicht selten schon bei den hier angegebenen Arbeiten vor und sollen daher in Folgendem verschiedene hierher gehörige Fälle im Allgemeinen besprochen werden.

Will man, was bei Umbauten an älteren Gebäuden sehr häufig vorkommt, eine neu aufzuführende Mauer mit einer älteren schon vorhandenen Mauer verbinden, so kann dieses zwar ohne weitere Schwierigkeiten ausgeführt werden, allein es tritt dann nach vollständiger Herstellung der neuen Mauer nicht selten der Fall ein, dass diese letztere Mauer von der alten Mauer sich trennt, welche Trennung sich dann in der Gestalt eines vertikalen Risses an der Stelle, wo beide Mauern an einander stossen, zeigt. Dieses sucht man gewöhnlich dadurch zu verhindern, dass man in die alte Mauer an ihrer Stirnseite oder auch an der Stelle, wo die neue Mauer unter irgend welcher Richtung auf die alte Mauer treffen soll, in der Breite der Stärke der neuen Mauer Vertiefungen einschlägt, in welche man das neu aufzuführende Mauerwerk eingreifen lässt, welches in der gewöhnlichen Maurersprache „das Einbinden" heisst.

Dieses Einbinden ist nun an und für sich jedenfalls sehr vortheilhaft und zweckmässig, allein es wird hierdurch die bezeichnete Trennung keineswegs verhindert werden, wenn nicht die neue Mauer mit grosser Sorgfalt aufgeführt und namentlich auch nicht mit zu starken Fugen aufgemauert wird, welches letztere, abgesehen von der Beschaffenheit des Fundamentes dieser neuen Mauer, schon wesentlich das Setzen dieser letzteren in Folge des Zusammenpressens der Fugen des unteren Mauertheils durch die obere darüber noch aufgeführte Mauerlast hervorbringt, und hierdurch, wenn die Senkung auch nur eine sehr geringe ist, die Trennung der beiden gegen einander stossenden Mauerkörper dennoch entsteht. Sind nicht besondere Umstände vorliegend, dass die Horizontalfugen der neuen Mauer mit denjenigen der alten Mauer wagerecht zusammentreffen müssen, als z. B. wenn die alte Mauer im Aeusseren nicht abgeputzt, sondern ausgefugt ist und demnach auch in allen Schichten der Verband eingehalten werden muss, so ist es jedenfalls das richtigste und zweckmässigste, das neue Mauerwerk mit schwächeren Fugen auszuführen, ohne dabei Rücksicht auf die Schichtenstärke des alten Mauerwerks zu nehmen, indem nach Herstellung des Abputzes dieses nicht weiter sichtbar ist.

Eine grössere Schwierigkeit entsteht aber, wenn neben dem Fundamente der alten Mauer ein zu der neu aufzuführenden Mauer erforderliches Fundament hergestellt werden muss. Besteht der Boden, auf welchem das Fundament herzustellen ist, aus loseren Erdschichten und ist demnach eine künstliche Befestigung des Grundes notwendig, so muss diese möglichst breit hergestellt werden, um das Fundament möglichst verbreitern und somit die spätere Mauerlast über eine grössere Fläche des befestigten Grundes vertheilen zu können. Da aber ferner in diesem Falle die neue Befestigung des Grundes unmittelbar an dem Fundamente der alten Mauer nicht immer in der genügenden Weise auszuführen ist, so muss man, nachdem das Fundament der neuen Mauer in seiner vollen Höhe aufgeführt ist, hierüber die neu aufzuführende Mauer mit der alten Mauer durch einen starken gewölbten Mauerbogen verbinden. Die Wölbscheibe, welche in der vollen Stärke der Mauer und nach der bestimmten Bogenlinie gemauert wird, dient hier als Lehrgerüst.

Auch selbst in dem Falle, wo man natürlich festen Boden vorfindet und somit eine weitere künstliche Befestigung desselben nicht erforderlich ist, ist eine grössere Verbreiterung der Fundamente für die neu aufzuführende Mauer jedenfalls sehr zweckmässig; denn wenn der Boden auch aus einer festen Lehm- oder Sandschicht besteht, so ist derselbe doch stets etwas komprimirbar, welches zwar bei Ausführung eines neuen Gebäudes unter genügender Berücksichtigung aller vorkommenden Umstände bei Anlage der Fundamente kaum bemerkbar ist, indem das Zusammendrücken des Grundes dann bei sämmtlichen Mauern des Gebäudes stattfindet. In dem hier erörterten Fall jedoch wird eine solche Komprimirung des Bodens, die, wenn sie auch noch so gering ist, doch jedenfalls erfolgen würde, sich unbedingt bei Aufführung der neuen Mauer in ihren Folgen zeigen, wenn man die vorhandene Breite der alten Fundamente auch bei den neu herzustellenden Fundamenten beibehalten wollte.

Ein Einbinden der neuen Mauer in die alte Mauer ist möglichst nahe über den Fundamenten jedenfalls zweckentsprechender, als wenn man dieses nur im oberen Theil der Mauer anwenden will, weil ein Einbinden an dieser letzteren Stelle eine möglicherweise stattfindende Zusammenpressung der Fugen des unteren Mauerwerks doch in keiner Weise verhindern kann. Findet dagegen die Verbindung der beiden Mauern in ihren unteren Theilen statt, so leistet sie hier jedenfalls den grössten Widerstand gegen die spätere Trennung, weil durch diese Anordnung die Last der neuen Mauer mehr oder weniger mit auf die alte Mauer übertragen wird. Damit ist aber ein weiteres Einbinden der neuen Mauer in den oberen Theil der alten Mauer durchaus nicht ausgeschlossen, es ist im Gegentheil sogar sehr zweckmässig und kann unter Umständen sogar notwendig werden, weil dadurch dem Ablösen der neuen Mauer von der alten jedenfalls noch mehr vorgebeugt werden wird. In Betreff des zuerst erwähnten Einbindens ist zu bemerken, dass die Oeffnung in der alten Mauer, in welche die neu aufzuführende Mauer eingreifen und eingebunden werden soll, bei einer Tiefe von mindestens 30 Zentimeter eine Höhe von mindestens 60 Zentimeter erhalten muss, wenn die Einbindung einen einigermaassen genügenden Widerstand gegen die lothrechte Pressung des oberen Theils der Mauer leisten soll. Das Einbinden mit einzelnen Schichten, welches sehr häufig bei diesen Arbeiten stattfindet, ist durchaus unnütz. In allen Fällen ist es aber, wie dieses auch schon oben erwähnt wurde, durchaus notwendig, dass die neue Mauer mit vollen und nicht zu starken Fugen gemauert werde, und ist es ferner dann sehr zweckmässig, wenn namentlich

die Fundamente und der untere Theil der Mauer, wo überhaupt die stärkste Pressung der Fugen stattfindet, mit einem stark bindenden Mörtel aufgeführt werden und darauf Acht gegeben wird, dass die Fugen jeder einzelnen Schicht vor dem Weitermauern stets vollständig mit Mörtel ausgefüllt werden. Wird diese Arbeit mit gehöriger Sorgfalt ausgeführt, so wird eine Trennung der beiden Mauern sich nur in einem sehr geringen Grade zeigen, und wird dieselbe nach sorgfältigem Verputzen der Mauern auf beiden Seiten nicht wieder sichtbar werden.

Auch in solchen Fällen, wo man bei Wiederaufführung neuer Mauern an Stelle alter abgebrochener Mauertheile die alten vorhandenen Fundamente unverändert wieder benutzt, muss bei Aufführung der neuen Mauern, um ein späteres Lostrennen derselben von dem alten Mauerwerk zu verhindern, ganz dasselbe Verfahren in Betreff der Wiederaufführung der Mauern beachtet werden, welches im vorhergehenden Falle näher angegeben ist.

Nicht selten findet bei dem Umbau älterer Gebäude der Fall statt, dass die Giebel- oder Hausmauer nur in den unteren Stockwerken erneuert werden soll, dagegen der obere Theil derselben vollständig beibehalten wird. In einem solchen Falle ist vorab ein vollständiges Abstützen derjenigen Theile der Mauer notwendig, welche beibehalten bleiben soll. Liegen die Balken der einzelnen Balkenlagen mit ihren Enden in der abzubrechenden Mauer, so ist ebenfalls eine vollständige Abstützung der sämmtlichen Balkenlagen an dieser Stelle erforderlich. Diese Abstützungen müssen vor Abbruch der betreffenden Mauer vollständig hergestellt werden.

Die Abstützungen der stehen bleibenden Mauertheile können selbstredend nicht durch lothrechte Stützen beschafft werden, sondern erhalten diese Stützen eine mehr oder weniger gegen die Mauer geneigte Stellung. Man bringt zu diesem Zweck erst an verschiedenen Stellen, und namentlich an solchen Stellen, wo nach Abbruch der Mauer die schwerste Last drückt, kurze wagerechte starke Balkenhölzer durch die Mauer und zwar an der Stelle, bis wohin die Mauer weggebrochen und erneuert werden soll. Diese Balkenhölzer erhalten eine solche Länge, dass ihre Enden auf beiden Seiten der Mauer jedes etwa 62 bis 95 Zentimeter hervorragen. Unter diese vorragenden Enden werden dann an beiden Seiten der Mauer die schrägen, aber der lothrechten Stellung sich möglichst nähernden Stützen untergestellt. Diese schrägen Stützen ruhen mit ihren unteren Enden auf wagerechten rechtwinkelig auf die Mauerflucht gelegten starken Schwellhölzern. Die Stützen werden, nachdem sie untergestellt sind, an ihrem unteren Ende möglichst stark angetrieben und werden zum besseren Halt derselben noch starke eichene Keile zwischen Stütze und Schwelle eingetrieben. Um ein etwaiges Nachgeben des Keiles zu verhindern, wird vor der Stirn desselben noch eine Knagge auf die Schwelle festgenagelt. Hat die Mauer, welche unterstützt werden soll, Fensteröffnungen, so werden die eben erwähnten Unterstützungen nur unter den Fensterpfeilern angebracht, weil diese nach dem Wegbruch der unteren Mauer jedenfalls am stärksten drücken. Je nach der Beschaffenheit und Stärke der Mauer bringt man die Stützen in der Anzahl an, dass ihre Entfernung von einander nicht mehr als höchstens 1,56 Meter beträgt. Wird die Mauer nur im unteren Stockwerk und nicht weiter als bis zu der nächsten Balkenlage abgebrochen, so erhält dieselbe, wenn die Balken mit ihren Enden in dieser Mauer liegen, durch die Abstützung der Balkenlage jedenfalls noch eine sehr wesentliche Unterstützung. Weniger ist dieses der Fall, wenn die Mauer bis zu der zweiten Balkenlage,

welche ebenfalls abgestützt wird, abgebrochen wird. Die Schwellenhölzer zu den verschiedenen Abstützungen dürfen nur auf vollen Grund gelegt werden und nicht in ihrer Mitte hohl liegen. Hat das betreffende Gebäude einen Keller, ob Balkenkeller oder gewölbten Keller, so dürfen die Schwellen nicht auf die Balkenlage oder auf das Gewölbe des Kellers gelegt werden, sondern es müssen in der Kellerdecke die erforderlichen Oeffnungen hergestellt werden, durch welche die einzelnen Stützen durchgesteckt werden; die bezüglichen Grundschwellen werden dann auf den Kellerfussboden gelegt. Nur die zur Unterstützung der oberen Balkenlagen erforderlichen Schwellhölzer werden auf die unterstützte nächst untere Balkenlage gelegt und dann die Stützen ebenfalls fest angetrieben. Die Schwellhölzer der äusseren Unterstützung der Mauer werden auf den äusseren Grund gelegt und ist es hierbei sehr zweckmässig, wenn man unter jedes Schwellholz zunächst einen starken Bretterboden legt, wodurch das drückende Gewicht über eine grössere Fläche vertheilt wird. Dasselbe Verfahren ist auch zweckmässig im Innern des Gebäudes bei den unteren Schwellhölzern anzuwenden.

Um dann ferner irgend welche Ausweichungen der stehenbleibenden Mauern zu verhindern, wird an der äusseren Seite des Gebäudes noch eine zweite Reihe längerer schräger Stützen gegen die Mauer angebracht, welche mit ihren oberen Enden in vorher in die Mauer eingeschlagene Vertiefungen von etwa 8 Zentimeter Tiefe eingesetzt werden und mit ihren unteren Enden sich auf wagerechten Schwellen stützen, auf welchen sie durch Einschlagen starker Holzkeile von Eichenholz möglichst scharf angetrieben werden.

Sind diese Arbeiten sämmtlich ausgeführt, so kann man mit dem Abbruch der Mauer beginnen, welcher Abbruch übrigens auch mit Vorsicht ausgeführt werden muss, damit von den frei schwebenden, nicht weiter unterstützten Schichten der oberen Mauer sich keine weiter ablösen und herunter fallen.

Dass nun bei der Wiederaufführung der neuen Mauer mit grösster Sorgfalt gearbeitet werden muss, um etwaige Senkungen in Folge späteren Zusammenpressens der Kalkfugen zu verhindern, liegt klar auf der Hand; denn hier entstehende Senkungen würden nur zum grössten Nachtheil der oberen stehen gebliebenen Mauer sein und eine Senkung dieser Mauer nach Wegnahme der Abstützungen ganz unfehlbar nach sich ziehen.

Mit grosser Vorsicht sind noch schliesslich die letzten Schichten der Untermauerung zu vermauern. Um dieses aber in genügender Weise ausführen zu können, ist es am zweckmässigsten, wenn man damit von beiden Enden her beginnt und die Schlussmauerung bis nach der Mitte hin ausführt, weil man dann am leichtesten die einzelnen Schichten mit vollem Kalk unterbringen kann; oder sind nur einzelne Pfeiler zu untermauern, so beginnt man bei diesen mit der Untermauerung möglichst in der Mitte und arbeitet von hieraus nach den Seiten hin. Diese Arbeit wird in der gewöhnlichen Maurersprache „das Unterstopfen" genannt. Manche wollen zur Erhaltung grösserer Festigkeit und damit das obere Mauerwerk genügend unterstützt werde, dass eiserne Keile eingetrieben werden. Dieses ist aber durchaus fehlerhaft, denn durch das Eintreiben eiserner Keile in die Mauerfugen wird meistens der untere Stein zersprengt und dann der beabsichtigte Zweck auch nicht im Entferntesten erreicht, es wäre denn, dass man vorher zwei starke eiserne Blechplatten in die Fugen einschlüge und zwischen diesen dann die eisernen Keile eintriebe. Es ist jedenfalls das zweckmässigste, wenn man bei diesem Unter-

stopfen nicht halbe Schichten, aus der Länge nach durchgespalteten Mauersteinen bestehend, zur Anwendung bringt, sondern, erreicht man es nicht, dass die Dicke des Mauersteins passend ist, um die Oeffnung auszufüllen, so wendet man die Steine in der hohen Kante gestellt an. Man sucht auch, sind an einzelnen Stellen die Fugen noch zu gross, in dieselben dünne Steinzwickelchen (gespaltene Schieferplatten) einzuschieben.

Wird eine solche zum Theil zu erneuernde äussere Mauer eines Gebäudes an der äusseren Seite von einem anderen Gebäude unmittelbar begrenzt, so kann nur eine einseitige Stützung und zwar im Innern des Gebäudes angebracht werden. Die Stützen greifen dann unmittelbar in vorher eingeschlagene Vertiefungen der abzustützenden Mauer ein. Im Uebrigen gelten die oben gegebenen Vorschriften auch für diesen Fall, nur darf man zur Zeit nicht zu lange Strecken der alten Mauer wegbrechen, sondern die Ausführung kann hier nur stückweise geschehen und werden die vorhandenen Abstützungen dann nicht früher weggenommen, als bis die ganze Mauer vollständig wieder unterfangen und unterstopft ist.

Man findet mehrfach die Angabe, bei schadhaften Mauerwerk die entstandenen Risse mit eisernen Keilen gehörig zu verkeilen und darauf die Risse mit Mörtel auszufüllen und mit Steinzwickeln auszustopfen. Das Einschlagen eiserner Keile zu dem angegebenen Zwecke ist aber jedenfalls ein sehr fehlerhaftes Verfahren; es würde Sinn haben, wenn durch diese Verkeilung eine Spannung hervorgebracht werden könnte, welches möglicherweise stattfinden würde, wenn die Wandungen der Risse, zwischen welchen die Keile eingetrieben werden sollen, dieselbe Härte hätten als die Keile selbst. Dieses ist aber keineswegs der Fall und durch das Eintreiben der Keile werden die anliegenden Steine ohne allen und jeden Nutzen nur zersprengt und dadurch der schon bestehende Nachtheil eher vergrössert als verringert.

Namentlich ist das Eintreiben von eisernen Keilen in die Fugen schadhafter Gewölbe von grossem Nachtheil, weil dadurch, wie schon vorher erwähnt wurde, die einzelnen Steine leicht zersprengt werden, ohne dass dadurch aber eine Spannung im Gewölbe wieder hergestellt wird. Ausserdem aber kann durch ein solches Eintreiben von Keilen noch Bewegung hervorgerufen werden, welche den Einsturz des Gewölbes möglicherweise nach sich zieht. Ist die Schadhaftigkeit der Gewölbe nicht durch Ausweichen der Widerlager entstanden, sondern zeigt sich dieselbe in der Art, wie bei vielen alten Kirchengewölben, dass der Mörtel in den Fugen sich von den Steinen abgelöst hat, so ist es jedenfalls das zweckmässigste Verfahren, dass, nachdem man das Gewölbe auf seiner äusseren Seite mit scharfen Besen ganz abgekehrt und den früher aufgestrichenen aber nur lose haftenden Mörtel abgelöst und beseitigt hat, nunmehr jede einzelne Fuge zwischen den Gewölbsteinen unter Anwendung von reichlich Wasser mit Mörtel, am besten scharfen Zementmörtel, ausgefüllt wird.

Sind dann die sämmtlichen Fugen eines Gewölbes in der angegebenen Weise ausgefüllt und hat man dabei das Verfahren beachtet, dass der Mörtel mittelst Einsteckens der Maurerkelle in die Fugen möglichst tief in dieselben hineingebracht ist, so wird die ganze Oberfläche des Gewölbes nochmals mit einem Gussmörtel überzogen. Sind die einzelnen Fugen zu gross, wie man dieses überhaupt bei älteren Gewölben nicht selten findet, so wendet man dünne schieferartige Steinzwickeln an, welche man, nachdem sie gehörig angenässt, in die vorher mit Mörtel angefüllten Fugen eindrückt oder leicht

einschlägt. Durch dieses Verfahren, welches zwar nicht rasch von statten gehen kann, erhält man jedenfalls wieder eine genügende Verbindung und Spannung in dem Gewölbe, ohne dass dadurch die Steine irgendwie aus ihrer Lage gebracht werden. Sind die zu reparirenden Gewölbe der äusseren Einwirkung von Regen oder Schnee vollständig entzogen, so kann man auch mit Vortheil reinen Gipsmörtel anwenden, welcher beim Binden noch die Spannung im Gewölbe möglicherweise wieder vergrössert, indem der Gips beim Festwerden sich ausdehnt.

Dieses Verfahren ist aber nur bei regelmässig gemauerten Gewölben anwendbar. Bei solchen Gewölben, die aus unregelmässigen Bruchsteinen zusammengesetzt oder aus Gussmörtel hergestellt sind, ist dieses Verfahren jedoch keineswegs anwendbar und noch vielweniger das Verkeilen, sondern es bleibt bei solchen Gewölben nichts weiter übrig, als die schadhaften Theile gänzlich und mit Vorsicht herauszunehmen und die entstehenden Oeffnungen möglichst regelmässig wieder zuzumauern, wobei man dann namentlich darauf zu sehen hat, dass die Ausmauerung sich möglichst dicht an die Wandungen der Oeffnung anlegt, ohne aber dabei eine zu starke Mörtelfuge in Anwendung bringen zu müssen.

Noch eines Vorschlags muss hier in Betreff des vorliegenden Falls Erwähnung geschehen. Man soll nämlich dünne Holzkeilchen, die auf geheizten eisernen Platten vollständig getrocknet sind, in die geöffneten Fugen der Gewölbe einstecken; durch die Feuchtigkeit des eingegossenen Mörtels, welche die getrockneten Holzkeilchen sehr rasch anziehen, dehnen sich diese letzteren aus und bringen somit eine gewisse Spannung hervor. Diese verliert sich aber wieder sehr bald, denn einmal ist das Holz zu weich, als dass diese Spannung, durch die eingesteckten Holzkeilchen hervorgebracht, andauernd sein könnte, ferner verliert sich dieselbe auch vollständig, sobald der Mörtel und in Folge dessen auch die Holzkeile austrocknen, wo sich dann die letzteren mit grosser Leichtigkeit wieder herausziehen lassen.

Sehr häufig kommt der Fall vor, dass bei einem aufzuführenden Neubau gleichzeitig auch die Fundamente der unmittelbar anliegenden nachbarlichen Gebäude mit untermauert werden müssen, wenn die Fundamente dieser letzteren nicht so tief in der Erde liegen, als die Fundamente des Neubaues gelegt werden sollen. Diese Arbeiten erfordern stets viel Vorsicht, wenn man starke Beschädigungen an den benachbarten Häusern verhindern oder nicht möglicherweise deren Einsturz herbeiführen will.

Dass in einem solchen Fall vor Ausgraben des Grundes zu den Fundamenten des Neubaues zunächst eine Abstützung der angrenzenden nachbarlichen Häuser, welche hierbei mit untergraben werden, stattfinden muss, liegt klar auf der Hand, selbst wenn dieselben auch vollständig unbeschädigt und sehr solid konstruirt erscheinen. Nichtsdestoweniger ist aber dennoch vorher eine solche Abstützung herzustellen, wodurch nicht nur ein Theil der Last des angrenzenden Gebäudes aufgefangen, sondern auch jede weitere Bewegung, als seitliches Ausweichen, verhindert wird. In solchem Falle darf ferner das Ausgraben des Grundes nicht in der ganzen Ausdehnung des aufzuführenden Gebäudes erfolgen, sondern man muss sich zunächst darauf beschränken, die Fundamente zu dem Neubau in kleineren Abtheilungen herauszumauern und zu dem Ende die Fundamentgruben nicht grösser herzustellen, als zur Ausführung dieser Arbeit erforderlich ist. Wird nun das anzulegende Fundament bedeutend tiefer als dasjenige des benachbarten Hauses gelegt, so dass ein erheblicher Theil

der neuen Mauer den unter dem Fundamente des benachbarten Hauses vorhandenen Grund begrenzt, so darf man sich keineswegs damit begnügen, die Erde in lothrechter Fortsetzung der äusseren Fläche der benachbarten Mauer abzugraben und die so hergerichtete Erdwand mit der neu aufzuführenden Mauer zu begrenzen, sondern es muss auch unter dem benachbarten Fundamente selbst die Erde theilweise beseitigt und an deren Stelle gleichzeitig ein neues Fundamentmauerwerk aufgeführt werden, um das benachbarte Fundament direkt wieder zu unterstützen. Vernachlässigt man dieses, so läuft man sehr leicht Gefahr, dass die neu aufgeführte Kellermauer durch den Seitendruck des Erdprisma unter dem Fundamente des benachbarten Hauses herausgedrückt wird. Dieser Nachtheil wird sich schon vor Wegnahme der Abstützungen zeigen, wenn man nur auf eine grössere Länge die Kellermauern ohne weitere Untermauerung des benachbarten Fundaments aufgeführt hat. Bedeutend erheblicher wird sich in diesem Falle dann noch der beregte Nachtheil herausstellen, wenn die neu aufgeführten Mauern nicht durch gleichzeitig mit aufzuführende Quermauern oder Mauerpfeiler gestützt und die Abstützungsvorrichtungen wieder beseitigt werden, welches meistens schon dann geschieht, wenn die Mauer eben bis zur Balkenhöhe oder Gewölbehöhe aufgeführt ist, um Raum zu gewinnen. Bei der Aufführung der zum Neubau gehörigen Kellermauern hat man, wenn auch durch die innere Einrichtung innere Quermauern erforderlich sind, diese gleichzeitig soweit sie auf die äusseren Mauern treffen, in ihren Fundamenten anzulegen und sie dann im gehörigen Verbande mit der äusseren Mauer aufzuführen, wodurch diese eine bedeutend grössere Stabilität erhält und einem möglicherweise entstehenden Seitendrucke in bedeutend stärkerem Maasse widerstehen kann. Sind die Entfernungen solcher Stützpunkte, wie oben erwähnt, bedeutend, so muss man die neu aufgeführten Kellermauern vorläufig noch durch wagerecht gelegte Stützen sichern, weil einmal der Mörtel noch sehr weich ist und ferner die Belastung der Mauer noch zu gering ist, um einen genügenden Widerstand leisten zu können. Kommen bei der Aufführung dieser Umfangsmauern die vorher angebrachten wagerecht liegenden Abstützungen im Wege, so ist es jedenfalls vorzuziehen, dass man dieselben vorläufig ummauert, um keinerlei Bewegung bei den anliegenden abgestützten Gebäuden hervorzurufen. Man kann später mit Leichtigkeit und ohne allen Nachtheil für die Gebäude diese Stützen durch Abschneiden derselben beseitigen, wenn die neuen Mauern schon hoch genug aufgeführt sind, dass das Gewicht derselben durch den vertikalen Druck genügend Widerstand hervorzubringen im Stande ist. Sind dann auch zwei oder mehrere Balkenlagen eingelegt, so ersetzen diese schon zur Genüge die wagerechten Abstützungen. Mit der Wegnahme der Abstützungen muss man jedenfalls immer sehr vorsichtig sein, zumal wenn auch solche Stützungen angebracht wurden, die während des Untergrabens der nachbarlichen Fundamente dazu bestimmt waren, die Last der angrenzenden Mauern mehr oder weniger mit zu unterstützen. Diese Stützungen werden beim Weiterbau am ersten hinderlich, dieselben dürfen aber nur erst dann entfernt werden, wenn die Fundament- und Kellermauern vollständig hergestellt sind, wo aber dann wieder der Fall eintreten kann, wie auch schon oben erwähnt wurde, dass vorher die neu aufgeführten Kellermauern durch wagerecht gegen gelegte Stützen gegen Ausweichen durch den Seitendruck geschützt werden müssen.

Es kann auch zweckmässig, ja sogar notwendig erscheinen, dass die nachbarlichen Gebäude auch im Innern abgestützt werden müssen; in diesem

Falle müssen aber diese Abstützungen in genügender Entfernung von der betreffenden Seitenmauer angebracht werden, um keinen nachtheiligen Druck auf den Boden hervorzubringen, wodurch das Ausweichen der durch Ausgraben entblössten Erde befördert werden könnte.

Es lassen sich hierüber durchaus keine speziellen Vorschriften machen, sondern lassen sich diese nur im Allgemeinen geben und muss es in jedem besonderen Falle dem vernünftigen Ermessen des Baumeisters überlassen bleiben, die richtigen Anordnungen zu treffen.

Bei dem Ausgraben des Grundes zu den Fundamenten nimmt man in diesem Falle zur Zeit keine grösseren Längen als höchstens 2,51 Meter vor und muss bei dem notwendig vorher auszuführenden Abstützen gleichzeitig darauf Rücksicht genommen werden, dass die Stützen nicht an solchen Stellen angebracht werden, wo innere Scheidemauern aufgeführt werden sollen, weil sonst deren gleichzeitige Mitaufführung dadurch verhindert werden würde. An der Seite, wo die Mauer weiter fortgeführt werden soll, wird dieselbe mit stehender Verzahnung gemauert, in welche Verzahnung die weiter herzustellende Mauer eingreift.

Bei diesen Arbeiten ist es am vortheilhaftesten, wenn man zuerst die Fundamente zu den Ecken ausführt, ehe man mit dem Ausgraben irgendwie weiter geht und von den Ecken aus dann nach der Mitte hin die Arbeit fortsetzt.

Soll ein älteres Gebäude, dessen Fundamente nicht sehr tief im Boden liegen, unterkellert werden, so dass also die sämmtlichen Umfangsmauern bis zu der erforderlichen Tiefe unterfangen werden müssen, so ist dabei mit grösster Vorsicht zu verfahren. In diesem Falle darf man selbstverständlich das Unterfangen oder Unterfahren der Umfangsmauern nur in kleineren Abschnitten zur Ausführung bringen. Unter allen Umständen ist hier aber vorab eine durchaus sichere Abstützung der sämmtlichen Balkenlagen im Innern des Gebäudes erforderlich, weil hierbei die inneren Scheidemauern oder sonst bis dahin vorhandenen Abstützungen ebenfalls wegfallen und durch neue Anlagen ersetzt werden. Die neu aufzuführenden Grundmauern müssen eine solche Stärke erhalten, dass sie dem vertikalen Druck der Gebäudelast und dem Seitendruck der aussen anliegenden Erde vollständig widerstehen, welches letztere namentlich dann sehr in Betracht kommt, wenn anliegende Gebäude vorhanden sind, deren Fundamente nicht bis zur Sohle des neu anzulegenden Kellers herunter gehen. Die vorhandenen zur Sicherung eingelegten Abstützungen dürfen nicht eher wieder beseitigt werden, als bis das sämmtliche Mauerwerk vollständig hergestellt ist und die Balken eingelegt oder die Gewölbe mit ihren Pfeilerstellungen ausgeführt sind, weil sonst durch irgend eine entstehende Bewegung, die durch Sturm oder auch durch Vorbeifahren schwer beladener Wagen in unmittelbarer Nähe der Baustelle hervorgerufen, das unterfangene oder untermauerte Gebäude zusammenstürzen kann. Namentlich darf in solchem Falle zur Erleichterung der Ausführung der vorzunehmenden Arbeiten und Ersparung an Kosten der Erdkörper im Innern des Gebäudes nicht gleich ausgegraben werden, weil derselbe bei den verschiedenen Grundarbeiten zum nötigen wagerechten Abstützen während der Ausführung sehr vortheilhaft benutzt werden kann.

Bei einem massiven zweistöckigen Gebäude, welches früher als Wohnhaus benutzt war und unterkellert werden sollte, hatte man zur Erleichterung der Arbeiten, nachdem man sämmtliche innere Scheidemauern abgebrochen und die

beiden Balkenlagen provisorisch unterstützt hatte, den inneren Erdkörper während der Untermauerung der Umfangsmauern fast bis zur Kellersohle ausgegraben. Nachdem nun sämmtliche vier Umfangsmauern untermauert waren, ohne dieselben vorher durch wagerechte Abstützungen zu schützen, und man den Anfang zu den Grundarbeiten der inneren Pfeiler gemacht hatte, stürzte das Gebäude während der Nacht vollständig in sich zusammen. Bei der später angestellten Untersuchung ergab sich, dass die Untermauerungen nachgegeben hatten und nach innen gewichen waren, welches jedenfalls verhindert worden wäre, wenn man auch wagerechte Abstützungen der neu aufgeführten Mauertheile angewendet und gleichzeitig die inneren Pfeiler und Gurtbogen mit ausgeführt hätte.

Mit der grössten Vorsicht ist ebenfalls zu verfahren, wenn alte fehlerhaft konstruirte Fundamente an vorhandenen Gebäuden zur ferneren Erhaltung dieser letzteren beseitigt und durch neu herzustellende Fundamente ersetzt werden müssen.

Sehr erhebliche Schwierigkeiten entstehen, wenn bei einem auf einem Schwellenroste oder Pfahlroste fundirten Gebäude es sich zeigt, dass das Holzwerk des Rostes verfault ist und unter dem Druck der Gebäudelast ungleich und so wesentlich nachgibt, dass zur ferneren Erhaltung des Gebäudes Sicherungsmaassregeln notwendig sind.

Besteht die Befestigung des Grundes aus einem Schwellenroste, so darf man in den gewöhnlichen Fällen wol voraussetzen, dass der Boden, worauf der Rost gelegt ist, ein bis zu einer gewissen Grenze tragbarer Boden ist und ist in solchem Falle die durch Verfaulen des Rostes entstehende Senkung eben nicht sehr gefährlich und wird jedenfalls ihr Aufhören haben, wenn das Holzwerk so weit nachgegeben hat, dass eine weitere Zusammenpressung desselben nicht wol mehr stattfinden kann, also dann, wenn der Bohlenbelag des Schwellenrostes gänzlich verfault ist. Ein Anderes ist es aber, wenn bei Aufführung des Gebäudes schon ein schlechter Baugrund vorgefunden wurde und man zu dem Zweck einen Schwellenrost anwendete, um ein Zusammenhalten der Mauerfundamente zu bewirken und eine möglichst gleichförmige Senkung zu erreichen, und die Erhaltung des Schwellenrostes nur so lange voraussetzte, bis das Mauerwerk fest genug geworden, um als eine kompakte unzertrennbare Masse angesehen werden zu können. Wenn solche Voraussetzungen nun auch bei den mittleren Theilen einer Mauer als einigermaassen zulässig anzunehmen sind, so kann dieses aber keineswegs in dem Maasse bei den freistehenden Ecken einer Gebäudemauer stattfinden und werden sich hier unter allen Umständen die Folgen einer fehlerhaften Fundirung zeigen. In solchem Falle und namentlich dann, wenn der gute feste Baugrund tiefer wegliegt, ist es jedenfalls sehr schwierig, den beabsichtigten Zweck, nämlich die Untermauerung zu erreichen. Die hierbei erforderlichen Vorarbeiten sind sehr wesentlich und kostbar, denn es ist durchaus notwendig, dass die ganze zu unterfangende Mauer vollständig abgestützt werde und zwar so, dass die Last der Mauer wesentlich auf diesen Stützen ruht. Das Ausgraben des Grundes darf nur in sehr kurzen Strecken stattfinden und darf man die Grube zur Zeit nicht grösser machen, als erforderlich ist, damit höchstens zwei Arbeiter darin arbeiten können. Die schwebenden unteren Schichten des alten Fundamentes müssen dann durch quer über von einer Seite der Grube bis zur anderen gelegte einzelne schmale Bretter unterstützt und dadurch am Herabfallen gehindert werden.

Ist aber das Gebäude auf einen Pfahlrost fundirt und hat man aus Sorglosigkeit oder schlecht angebrachter Sparsamkeit den Pfahlrost mit seinem

Rostbelag nicht so tief gelegt, dass er fortwährend gleichmässig feucht erhalten bleibt, sondern ist der obere Theil desselben, nicht allein der Rostbelag, sondern sind auch die einzelnen Pfahlköpfe in Folge fortwährender Abwechslung von Trockenheit und Nässe verfault und entstehen in Folge dessen ungleiche Senkungen des darüber aufgeführten Gebäudes, so ist, da die Anwendung eines Pfahlrostes bei Landbauten stets einen schlechten Baugrund voraussetzen lässt, und man hiernach auch annehmen muss, dass die festere Erdschicht erst in bedeutenderer Tiefe anzutreffen ist, ein Unterfangen des Fundamentmauerwerks, wodurch dem ferneren Sinken Einhalt gethan werden soll, mit sehr grossen Schwierigkeiten verbunden und der Erfolg ist auf die Dauer dennoch immer zweifelhaft. Denn wenn man wirlich erreicht, dass nach Wegräumung des Rostbelags die Pfähle unter dem Fundamente so tief abgeschnitten werden, dass die Pfahlköpfe sich fortwährend unter Wasser befinden, so hört damit aber auch die Verbindung der einzelnen Pfähle unter sich vollständig auf. Man kann möglicherweise wol die Pfähle der Quere des Rostes nach unter sich verbinden, vorausgesetzt, dass die Stellung der Pfähle solches zulässt, man kann aber keinerlei Verbindung nach der Längenrichtung der Mauern erhalten. Ein anderer nachtheiliger Umstand, der hierbei auch eintritt, ist, dass wenn auch die einzelnen Pfahlköpfe zum Tragen kommen, der Zwischenraum zwischen den Pfahlköpfen, als der grösste Theil des Fundamentgrundes aus lockerem Erdreich besteht und keine weitere Tragfähigkeit besitzt. Um diesem letzteren Nachtheil dann einigermaassen abzuhelfen, ist es notwendig, dass man in den Zwischenräumen nach dem Abschneiden der Pfähle den Boden rings um dieselben möglichst tief ausgräbt und dann mit Sand ausfüllt, welchen man durch Einstossen mit zugespitzten eisernen Stangen zum möglichst dichten Ablagern zu bringen sucht. Hierüber legt man alsdann als Unterlage für die neue Fundamentmauerung starke Hölzer (Bohlen) dicht und wagerecht nebeneinander, welche, da wie oben vorausgesetzt wurde, die Pfahlköpfe bis zum Grundwasserstand abgeschnitten werden, also auch fortwährend unter Wasser sich befinden und somit ein Verfaulen derselben dann nicht zu erwarten ist. Hierüber wird dann gemauert und werden die Pfahlköpfe ringsum dicht bemauert. Was namentlich die Unterfangungsarbeiten so sehr schwierig macht, ist einmal, dass der Raum sehr beschränkt ist, und ferner, dass die Arbeiten immer nur in sehr kurzen Strecken vorgenommen werden können.

In diesem Falle ist übrigens eine tüchtige Abstützung des Gebäudes ebenfalls erforderlich und darf diese auch nicht eher wieder beseitigt werden, als bis sämmtliche Fundamentarbeiten wieder vollständig ausgeführt sind.

Dass in beiden hier angeführten Fällen die Fundamentmauerungen mit Zement- oder scharfen Trassmörtel gemauert werden müssen, damit ein rasches Binden und Festwerden des Mörtels stattfindet, ist wol selbstredend. Auch muss man suchen, durch verbreiterte Anlage der neuen Fundamentmauerung die spätere Mauerlast über eine grössere Grundfläche zu vertheilen, wodurch eine verhältnissmässig geringere Belastung des benutzten Grundes erhalten wird. Wenn dieses nun auch bei Vorhandensein eines Pfahlrostes weniger erreicht wird, weil die eingerammten Pfähle dieses verhindern und eine ungleich feste tragbare Oberfläche des Fundamentgrabens vorhanden ist, so ist es dennoch sehr vortheilhaft, auch hier für eine Verbreiterung der Ausmauerung über die Pfahlreihen hinaus Sorge zu tragen, indem dadurch der Vortheil erreicht wird, dass durch die Bemauerung der Pfahlköpfe die sonst ganz fehlende Verbindung derselben unter sich einigermaassen wieder ersetzt wird.

Ein sehr interessanter hierher gehöriger Fall wird in der allgemeinen Bauzeitung von *Förster*, Jahrgang 1838 angeführt. Er betrifft nämlich die Unterfahrung eines grossen Magazins in den königlichen Docks zu Chatham.

Das betreffende Gebäude, welches eine Länge von 540 Fuss und eine Breite von 50 Fuss hatte und fünf Stockwerke hoch war, zeigte sich sehr baufällig und waren die Mauern, welche sich bedeutend gesetzt hatten, an einigen Stellen des Gebäudes bereits um 9 bis 10 Zoll aus der senkrechten Richtung gewichen und mussten nicht allein diese gestützt werden, sondern man musste auch die inneren Balkenlagen abstützen.

Bei näherer Untersuchung fand man, dass die Mauern durchgehends auf einem Pfostenboden standen, welcher auf einem Roste von Lang- und Querschwellen ruhte, die von Eichenholz und von sehr starkem Querschnitt waren, sich jedoch in einem so vermoderten Zustande befanden, dass man demselben das Setzen des Mauerwerks nur allein zuschreiben konnte. Gleichzeitig ergab die Untersuchung, dass die mittlere bis auf den festen Grund auszuhebende Tiefe 15 Fuss betrug.

Zur Feststellung des ganzen Verfahrens der Untersuchung wurde zum Versuch ein einzelner Gebäudetheil am Ende des Magazins, welcher in besonders schlechten baulichen Zustande war, bestimmt, denn die Mauern hatten sich hier um 9 Zoll gesenkt und hingen 10 Zoll über.

Zuerst wurde der Grund zu beiden Seiten der Mauer ausgehoben und zwar 2 Fuss tiefer als das Holzwerk, um dasselbe herausnehmen und beseitigen zu können. Die Tiefe bis zum festen Grund betrug an dieser Stelle 16 Fuss.

Nachdem der alte Rost auf 6 Fuss Länge weggenommen war, fand man die unterste Fläche der darauf ruhenden Mauer noch in gutem Zusammenhange und ziemlich eben. Nach völligem Ausgraben des Grundes erwies sich das Lager der Konkrete-Fundirung, welche hier in Anwendung gebracht werden sollte, als fester Kalkgrund. Die Dicke der Mauer betrug an ihrer untersten Fläche 7 Fuss.

Man hatte an jeder Seite der Mauer in der Baugrube Bretter aufgestellt, welche einen Kasten bildeten, um den Konkret, welcher in hölzernen Rinnen hinabgeschüttet wurde, zusammen zu halten.

Die Zubereitung und Mischung dieses Konkretes bestand darin, dass man sich eines guten frisch und gleichförmig gebrannten Kalks bediente. Dieser wurde dann zu feinem Pulver zermahlen und durch ein Sieb geworfen, um alle gröberen Bestandtheile zu entfernen. Dieser durchgesiebte Kalk wurde im Verhältniss wie 1 : 6 mit feinem scharfen Flussschotter vermengt und darüber heisses Wasser gegossen, womit derselbe tüchtig durchgearbeitet wurde und dann sofort verwendet werden musste, weil die Masse sehr rasch erhärtete. Die eingeworfene Konkretmasse erhielt eine solche Höhe, dass ihre oberste Fläche einen Fuss von der unteren Mauerfläche abstand.

Hierauf setzte man einen aus vier einzelnen Theilen bestehenden Rahmen, welcher 1 Fuss hoch, 4 Fuss breit und 7 Fuss lang war, auf den Konkretkörper. Die beiden inneren Platten, welche aus Gusseisen bestanden und in Falzen liefen, konnten mittelst vier Schraubenspindeln, an jeder Seite zwei, beliebig bis auf 9 Zoll genähert und wieder von einander entfernt werden. Der Konkret wurde zwischen diese beweglichen Platten von oben hinein geschüttet und hierauf dieselben mittelst Andrehen der Schraubenspindeln stark zusammen gepresst, wodurch der Konkret aufwärts und fest an die untere Fläche der Mauer gedrückt wurde. Nachdem dann die Masse hinlänglich fest geworden war, wozu nur wenige Minuten hinreichten, konnte man die Platten wieder entfernen und eine neue Konkretmasse wieder einbringen. Dieses Verfahren wurde so oft wiederholt, bis die ganze Mauerdicke mit Konkret unterfangen war. Nach Herstellung dieses Theils wurde der Rahmen auseinander genommen und an den neu zu bearbeitenden Theil befestigt. Zur Zeit nahm man nur jedesmal eine Länge von 6 Fuss.

Es ist hier zu bedauern, dass nicht Näheres über die Beschaffenheit des Kalkes, welcher zum Konkret verwendet wurde, angegeben ist.

Ein anderer sehr interessanter Fall ist der Unterfahrungsbau eines Festungsthurmes in Kolberg, welcher in *Crelle's* Journal der Baukunst, Band 6, näher beschrieben und durch Zeichnungen erläutert ist.

Der Thurm, welcher zu dem Festungswerke gehört und am Strande der Ostsee erbaut war, war ursprünglich auf einen Pfahlrost gestellt, welcher 10 Fuss über den gewöhnlichen Stand der See gelegt war. Dieses Rostwerk in so beträchtlicher Höhe über den Seespiegel gelegt, war allmälig in Fäulniss übergegangen und hatte ein Nachsinken des Thurmes in eben dem Maasse zur Folge, als die Grundpfähle und die darüber gelegten horizontalen Rosthölzer schwanden. Eine nähere Untersuchung ergab, dass die Pfähle auf 6 Fuss und grössere Tiefe sich noch ziemlich frisch erhalten zeigten, dagegen die oberen Theile derselben und das ganz platt zusammen gedrückte Rostwerk dergestalt in Fäulniss übergegangen waren, dass sie ohne Anstrengung mit dem Spaten weggestossen werden konnten.

Der Thurm war kreisrund und betrug der innere Durchmesser 37 Fuss. Die Umfangsmauer desselben war unterhalb auf der zweiten Bankettschicht $9^1/_2$ Fuss, oberhalb 7 Fuss stark und dossirte von Aussen $2^1/_2$ Fuss; im Innern war die Mauer lothrecht. Die ganze Höhe des Thurmes betrug mit Einschluss der beiden Fundamentbankette 35 Fuss. Der untergebaute neue Theil sollte eine Höhe von $7^1/_2$ Fuss erhalten; die Stärke desselben wurde an den schwächsten Stellen 16 Fuss, an vielen anderen aber 1 bis $1^1/_2$ Fuss mehr, je nachdem der Ort beim Untergraben zum Stehen gebracht werden konnte.

Dieser neue Mauertheil wurde in dem äusseren Umkreis auf mindestens 6 Fuss Stärke zum Vollen aufgeführt, nach Innen aber wurde derselbe in acht zentrallaufende Pfeiler und dergleichen $1^1/_2$ Fuss stark überwölbte Zwischenweiten von gleicher Breite der Pfeiler, nämlich nach Innen von ziemlich genau $5^1/_2$ Fuss und nach hinten von $9^1/_2$ Fuss Breite und 10 Fuss Tiefe eingetheilt.

Von der Sohle des neu herzustellenden Fundaments bis zu dem rings um den Thurm laufenden Weg betrug die Höhe des Bodens 27 Fuss, welcher durchgängig aus beweglichem Dünensand bestand, und da das Aufgraben desselben zu bedeutende Kosten veranlasst haben würde, wurde die Unterfahrungsarbeit vom Innern des Thurmes nach Aussen hin ausgeführt.

Der alte Pfahlrost bestand aus fest eingerammten Grundpfählen, welche reihenweise neben einander mehr oder weniger zentrallaufend eingerammt waren; über diesen waren Holme, worüber wiederum starke Halbhölzer dicht neben einander gelegt waren. Auf diesen Rost war als unterstes Bankett eine Lage grosser Feldsteine, manche bis zu 4 Fuss Durchmesser gross, gelegt und deren Zwischenräume mit dergleichen kleineren Steinen und Ziegelstücken ausgeschlagen, dann möglichst geebnet und mit Kalk ausgegossen. Hierüber war das zweite Bankett $1^1/_2$ Fuss hoch, theils mit Feldsteinen, grösstentheils aber mit Mauerziegeln aufgeführt.

Fast gleichzeitig mit dem ersten Pfeiler wurde diesem diametral auch der zweite Pfeiler untergebracht. In derselben Weise wurde auch mit dem dritten und vierten Pfeiler verfahren, so dass man nach Vollendung dieser vier Pfeiler auch vier gleiche Zwischenweiten am äusseren Umfange erhielt. Ebenso wurden auch die übrigen vier Pfeiler, je zwei einander diametral, gleichzeitig aufgeführt.

Das Ausheben des Bodens und Fortschaffen des Rostes erforderte hier doppelte Aufmerksamkeit, denn nicht allein, dass der Boden beim Ausgraben bedeutend nachdrang, sondern auch, dass mehrfach grosse Steine aus dem unteren Bankett herunterstürzten. Dem Nachdringen des Bodens begegnete man dadurch, dass man, sobald die Hälfte der Tiefe erreicht war, den nächsten Raum vor Ort in 3 bis 4 Theile von 3 bis 4 Fuss im Quadrat theilte, den einen Theil nach dem andern auf die bestimmte Tiefe aushob, jeden für sich besonders abstützte und so gut es sich thun liess, abspreizte und das sogleich hinterher aufgeführte Mauerwerk mittelst Verzahnung in einander verband. Auf diese Art wurde, sobald der Ort gesichert war, etwa von 3 zu 3 Fuss und satzweise rückwärts gearbeitet. Die Stützen und Steifen wurden zur Zeit nur so weit weggenommen, als die Unterstützung rasch hinterher mit Mauerwerk erfolgen konnte. Ebenso wurden die Unterzugsbohlen unter dem alten Bankettmauerwerk nur von Distanz zu Distanz um so viel abgesägt und abgestemmt, als die Lage der schwebenden Feldsteine es mit Sicherheit zuliess und die Untermauerung rasch hinterher erfolgen konnte. Das untere alte Bankett wurde sorgfältig untermauert und unterkeilt. Zum Unterkeilen wurden Splitter von Granitsteinen, in der Mehrzahl aber eiserne, flach auslaufende Keile ver-

wendet, die $^1/_4$ bis $^1/_2$ Zoll stark, $3^1/_2$ bis 4 Zoll lang und $1^5/_8$ Zoll breit waren; diese wurden mit Schlägeln scharf untergetrieben.

Ein anderer sehr interessanter Fall eines Stützungsbaues wird in der Zeitschrift für praktische Baukunst von *Romberg*, Jahrgang 1844 näher beschrieben und durch Zeichnungen erläutert. Dieser Fall betrifft die Stützung des gesunkenen Thurmes der neu erbauten Marienkirche zu Turnau in Böhmen.

Die Länge der Kirche mit Einschluss des Thurmes betrug 172 wiener Fuss; die Breite einschliesslich der Strebepfeiler 74 Fuss; das Mittelschiff hatte eine Breite von 26 Fuss bei einer Höhe von 70 Fuss; jedes der beiden Seitenschiffe hatte eine Breite von 11 Fuss und eine Höhe von 37 Fuss. Der Thurm hatte mit seinen Strebepfeilern eine Länge und Breite von 21 Fuss und war bis zu einer Höhe von 121 Fuss aufgeführt.

Als man mit dem Aufbau des Thurmes, der mit dem Höherführen der Kirchenmauer nicht immer gleichmässig fortschritt, bis zur Höhe der oberen Fensterreihe des Mittelschiffs gelangt war, wurde die Bemerkung gemacht, dass sich in der Nähe des Thurmes kleine Risse, die swar schon früher wahrgenommen aber nicht weiter beachtet worden waren, merklich vergrösserten. Diese Risse zogen sich sowol durch die Bogen und Brüstungsmauern der Kirchenfenster zunächst des Thurmes, als auch durch die Gurtbogen und Gewölbe der kleinen Seitenkapellen neben dem Hauptaltarraum. In Folge dessen blieb der Thurm eine Zeit lang liegen und da sich inzwischen eine Erweiterung dieser Risse nicht mehr gezeigt hatte, ging man mit dem Höherbau des Thurms weiter. Nunmehr aber wurde eine neue Vergrösserung dieser Risse bemerkbar und fand man, dass die Risse am oberen Theile des Gebäudes zunahmen, dagegen unten am Sockel ziemlich verschwanden. An dieser Stelle war eine Senkung der sich trennenden Theile nicht bemerkbar, wol aber zeigte sich in der Sockelschicht des Thurmes eine Abweichung von der wagerechten Linie und zwar ergab die Untersuchung, dass die Einsenkung des Thurms von der wagerechten Linie $4^3/_4$ Zoll betrug. Die angestellte Ablothung in der ganzen Höhe der östlichen Thurmseite zeigte, dass der Thurm an seinem höchsten Punkte um $7^1/_2$ Zoll von der lothrechten Linie ab gegen Osten gewichen war. Der Thurm selbst zeigte mit Ausnahme eines feinen unbedeutenden Risses in den untersten Fensterbrüstungen an beiden Seiten keine Spur von Sprüngen. An dem übrigen Theil des Gebäudes war keinerlei Senkung wahrnehmbar und konnte daher die Veranlassung zu der stattgefundenen Senkung nur in einer fehlerhaften Gründung des Thurmes selbst zu suchen sein. Um hierüber Gewissheit zu erhalten, war ein mässig grosser Theil an der einen äusseren Ecke des Thurms bis auf die unterste Steinschicht in einer Tiefe von 12 Fuss aufgegraben. Der Baugrund bestand aus sehr festem trockenen Lehmboden mit Sand vermischt. Bei der Untersuchung mit dem Erdbohrer fand sich derselbe Grund bis zu einer weiteren Tiefe von 20 Fuss in fast gleichmässiger Festigkeit und nur in einzelnen Lagen mit wenig Wasser durchzogen. Untersuchungen an den Seitenfronten der Kirche ergaben gleiche Resultate, so dass also der Baugrund jedenfalls als tüchtig und gut anzunehmen war.

In Betreff des Thurmfundamentes aber fand sich unter der Sockelschicht die aus grossen Kalkstein-Bruchsteinen an sich tüchtig gearbeitete Grundmauer theils 1 Fuss, theils etwas weniger vor ersterer vorspringend. Bei zunehmender Tiefe war jedoch kein weiterer Vorsprung noch irgend eine andere Verstärkung des Fundaments vorgefunden, sondern es verringerte sich hier sogar theilweise der oben gefundene Vorsprung um mehrere Zoll. Die Grundmauern der Seitenfronten zeigten an den aufgegrabenen Stellen oberhalb eine neunzöllige Vorlage vom Sockel ab, nach unten zu aber auch keine weitere Verstärkung.

Aus diesen Untersuchungen ergab sich nun leicht, dass die Ursache des Sinkens des Thurmes einzig und allein in dem Mangel der gehörigen Ausbreitung des Fundamentes bestehe. Man hatte bei Anlage des Fundaments nicht Rücksicht auf die nach Aufführung des Thurmes entstehende grössere Belastung genommen, welche hier bedeutend grösser sich ergab als bei den übrigen Seitenmauern der Kirche. Bei diesen letzteren ergab sich die Belastung auf jeden Quadratfuss Baugrund zu 44,48 Zentner, dagegen bei den Thurmmauern betrug die Belastung auf jeden Quadratfuss Baugrund bei der vorgefundenen Fundirung 93,68 Zentner, also mehr als doppelt so gross als bei den Kirchenmauern. Unter diesen Verhältnissen musste also notwendig eine grössere Zu-

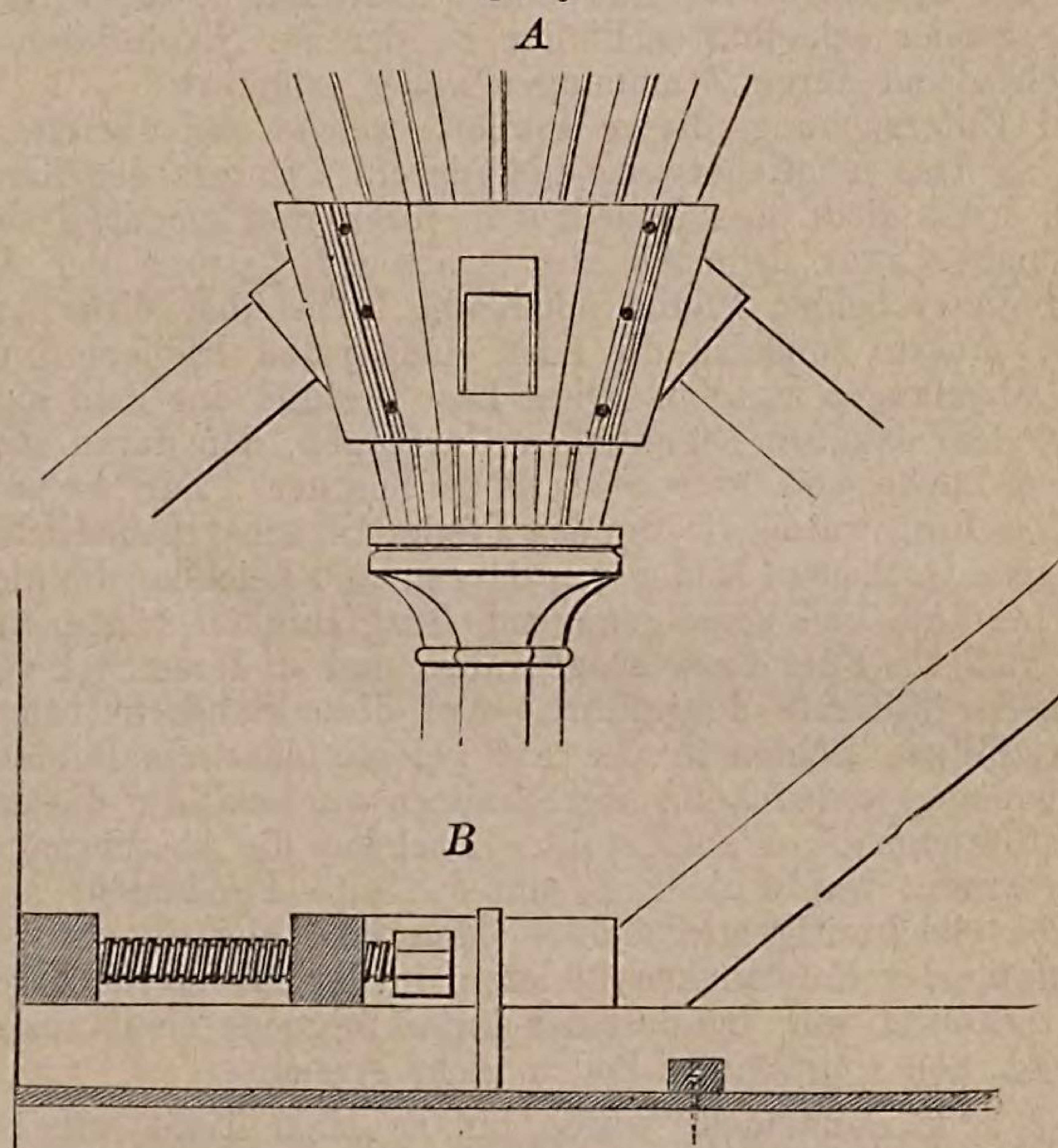
sammenpressung des Grundes unter dem Thurm stattfinden, als dieses bei den übrigen Mauern der Kirche der Fall war.

Um diesen Nachtheil für die Folge aufzuheben, wurde ein aus einer starken Mauermasse bestehender Stützungsbau ausgeführt, welcher sich an die drei freien Seiten des Thurms anschloss, bis zur Höhe der Seitenschiffe der Kirche aufgeführt und mit einer sich beträchtlich ausbreitenden Gründung versehen wurde. Die nähere Beschreibung dieser Arbeiten findet sich mit den nötigen Erläuterungszeichnungen an oben benannter Stelle, worauf weiter verwiesen wird.

Dieser Fall zeigt deutlich und klar, wie notwendig es ist, bei Ausführung grösserer Gebäude dahin zu wirken, dass der vorhandene Baugrund möglichst gleichmässig belastet werde, und demgemäss, nachdem man die Gebäudelast für die einzelnen Abschnitte durch Rechnung bestimmt hat, hiernach die Breitenanlage der Fundamente für die verschiedenen Gebäudetheile zu bestimmen, wobei man aber die freiliegenden Ecken der Fundamente, wenn es irgend möglich ist und nicht durch lokale Verhältnisse verhindert wird, noch besonders verstärken muss.

In nachstehenden Figuren 301 A B sind die Vorkehrungen zur Erneuerung eines schadhaften Gewölbeschaftes im ehemaligen Katharinenkloster in Stralsund dargestellt.

Figur 301.



In der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1854, wird darüber das Nähere mitgetheilt, welches hier im Auszuge folgen soll.

Der schadhafte Schaft, welcher in der Mitte eines 26 Fuss 9 Zoll im Quadrat grossen, mit vier Sterngewölben bedeckten Raumes stand und diese unterstützte, war sowol am unteren Ende über dem Sockel als auch im Kapitäl gesprungen, so dass eine Auswechselung desselben durchaus notwendig war.

Zu diesem Zwecke wurde ein eiserner Kasten in Form einer hohlen, abgestumpften, achteckigen Pyramide, aus vier Theilen bestehend, gegossen. An vier Seiten dieses Kastens befanden sich angegossene Schuhe zur Aufnahme hölzerner Streben. Die Wand des Kastens war 1 Zoll stark und die Ver-

bindung der vier Theile geschah durch Flangen und Schrauben. Zwischen den Rippen des Gewölbes und den inneren Wandflächen des Kastens war an allen Seiten ein Zoll Zwischenraum, welcher mit Gips ausgegossen wurde.

Die Abstützung des Gewölbes geschah nun in der Weise, dass vier Streben mit dem oberen Ende in die erwähnten Schuhe des eisernen Kastens fassten. Mit ihren unteren Enden standen sie auf Schwellen. Diese wurden durch auf den Fussboden genagelte Knaggenhölzer in ihrer Lage erhalten. Auf den Schwellen und mit diesen durch eiserne Binder verbunden, lagen die Hölzer b, welche mit ihrem einen Ende gegen den Fuss der Strebe, mit dem anderen dagegen gegen die Querstücke a stiessen. Diese Querhölzer konnten durch je zwei zu beiden Seiten der Hölzer b liegende gewöhnliche hölzerne Hausschrauben, deren Muttern in den Stücken a sich befanden, von den Wänden ab, gegen die Streben gepresst werden.

Sämmtliche Schrauben wurden nun möglichst gleichmässig angezogen, jedoch nicht so stark, dass ein Heben des Gewölbes dadurch hätte verursacht werden können. Hierauf wurde mit der gewöhnlichen Kerbsäge des Zimmermanns die Fuge über dem Kapitäl durchgesägt und hierbei zerfiel allmälig das Kapitäl in etwa drei grössere und eine bedeutende Anzahl kleinerer Stücke. Nach Wegnahme des schadhaften Schaftes wurden die einzelnen Theile des neuen Gewölbpfeilers in Portland-Zement versetzt. Die Verbindung der Theile mit einander wurde ausserdem durch kleine steinerne Dübel in Würfelform bewirkt. Die angebrachten Streben und der eiserne Kasten wurden nach vierzehn Tagen wieder entfernt.

In der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1861, wird ferner die Unterfahrung zweier schadhafter Pfeiler in der St. Nikolaikirche in Danzig näher beschrieben und durch Zeichnungen näher erläutert.

Bei Untersuchung dieser Pfeiler, welche sich bereits erheblich gesenkt hatten, so dass möglicherweise hieraus ein Einsturz der Kirche hätte erfolgen können, ergab sich, dass dieselben in ihren Fundamenten sehr stark geklüftet waren und es war demnach zur ferneren Erhaltung der Kirche eine Unterfahrung dieser beiden Pfeiler notwendig. Um aber diese Arbeit ausführen zu können, musste zunächst die Last eines jeden Pfeilers durch Absteifung genügend abgefangen werden. Diese Last bestand aus dem eigenen Gewichte des Pfeilers, dem daneben befindlichen Gurtbogen, den daran stossenden Gewölben und dem Dache und betrug za. 3500 Zentner. Zur Abfangung einer so bedeutenden Last wurde die um den Pfeiler zunächst befindliche Erde, welche nur aus reinem trockenem Moder von Särgen und Leichen, die hier früher beigesetzt waren, bestand, und keine genügende Tragfähigkeit zeigte, auf $33^1/_2 \times 38$ Fuss Fläche und $4^1/_2$ Fuss Tiefe ausgegraben und an deren Stelle eine Sandschüttung auf das Sorgfältigste ausgeführt. Auf diese Sandschüttung wurde ein Belag von dreizölligen Bohlen in der Art gelegt, dass die Bohlen von der unteren Schwellenlage rechtwinkelig überschnitten wurden. Auf dieser Unterlage wurden die Abstützungshölzer aufgestellt. Nachdem die Abstützungen sämmtlich hergestellt waren, wurde die Erde um das alte Fundament ausgehoben und die Baugrube gleichzeitig ausgebohlt. Man fand hierbei, dass die Ziegel, welche den Anfang des Fundaments bildeten, in der Modererde bereits verwittert, die Masse zerklüftet war und dass der darauf folgende Theil aus runden Feldsteinen bestehend, den tragfähigen Boden nicht erreichte.

Das neue Fundament wurde bis zu einer Tiefe von 14 bis 16 Fuss auf den tragfähigen Boden gesenkt und aus den besten hartgebrannten Ziegelsteinen in Portland-Zementmörtel im Achteck unten bei einem kleinsten Durchmesser von 12 Fuss 2 Zoll des Achtecks und dann allmälig bis zur Stärke des Pfeilers zusammengezogen ausgeführt.

Bei der Untersuchung zweier Pfeiler in der St. Nikolaikirche zu Greifenhagen stützte man die Gewölbe und Gurtbogen durch untergelegte stark verspreizte Bogengerüste ab. Das hierbei angewendete Verfahren ist in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1864, näher beschrieben.

Verschiedene andere hierher gehörige Fälle findet man in den verschiedenen Baujournalen, als:

die Erneuerung zweier Gewölbepfeiler beim Bau im Gymnasium-Gebäude zum Grauen Kloster in Berlin, *Crell's* Journal der Baukunst, Bd. 4;

ferner die Reparatur der Säulen des Portals in der Abteikirche in Lure, deren Basen und Tambours so beschädigt waren, dass das Portal dem Einsturz drohte, in *Förster*'s Bauzeitung, Jahrg. 1859, näher beschrieben und durch Zeichnungen erläutert.

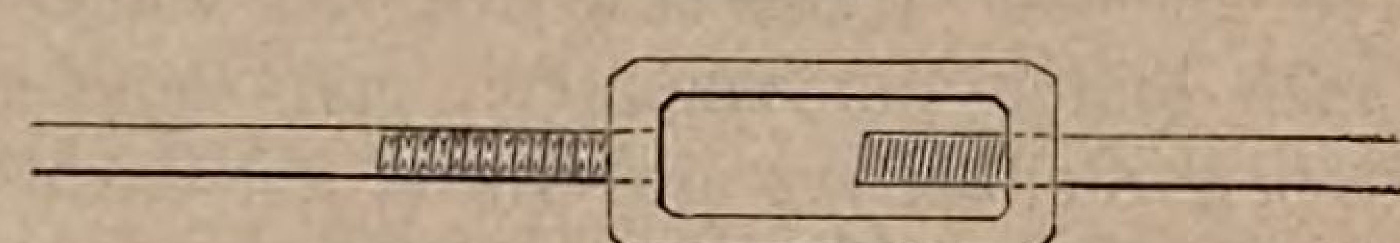
In der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1867, ist ein sehr interessanter Fall der Unterfahrung in ihren Fundamenten bis zu einer Tiefe von 16 Fuss, welche bei dem Bau der Eisenbahn nach Neufahrwasser in der Stadt Danzig erforderlich wurde, näher beschrieben und durch Zeichnungen erläutert.

In *Förster*'s Bauzeitung, Jahrgang 1861, ist die Untermauerung der Fundamente eines Viadukts bei dem Dorfe des Verreriers näher beschrieben und ebenfalls durch Zeichnungen erläutert.

Es würde zu weit führen, wenn diese verschiedenen Fälle hier mit den zugehörigen Zeichnungen wieder gegeben würden, und wird daher auf die angegebenen Stellen verwiesen.

Es kommt nicht selten vor, dass bei mehr oder weniger schadhaft gewordenen Gebäuden zur ferneren Erhaltung derselben starke Verankerungen notwendig werden. Sollen diese Verankerungen aber ihren Zweck erfüllen, so müssen sie eine solche Einrichtung erhalten, dass sie durchaus fest angezogen werden können. Dieses erreicht man am vollständigsten, wenn man die von beiden Seiten her in der Mitte zusammen treffenden Zugstangen, wie in nachstehender Figur 302 dargestellt ist, mit einander verbindet.

Figur 302.



An den Enden der Zugstangen werden Schraubengewinde eingeschnitten, und zwar beide rechtsdrehend, oder beide links drehend, es wird jedoch an der einen Stange jeder Schraubengang gerade doppelt so gross als an der anderen Stange und demgemäss werden auch in dem Mittelstück die Schraubengewinde eingeschnitten.

Sind nun die Zugstangen gelegt, so wird das Mittelstück auf die Stange aufgeschraubt, welche mit dem feineren Schraubengewinde versehen ist. Hierauf setzt man die andere Stange vor die Oeffnung des Mittelstücks und indem man dasselbe von der ersteren Stange abdreht, geht es auf der anderen Stange vor und bei jeder vollen Umdrehung haben die Stangen mit ihren Enden um die Grösse des feinen Schraubenganges sich genähert, weil der Schraubengang an der zweiten Stange, worauf das Mittelstück aufgedreht wird, gerade doppelt so gross ist, als das Gewinde, von welchem das Mittelstück abgedreht wird. Bei dieser Anordnung hat man den grossen Vortheil, dass die Reibung viel geringer ist, als wenn durch Umdrehung des Mittelstücks beide Stangen gleichzeitig angezogen werden.

§ 82. Die Vertilgung des Hausschwammes.

Eines der grössten Uebel, welches in bewohnten oder unbewohnten Gebäuden entstehen und zum Vorschein kommen kann, ist unstreitig der verwüstende Hausschwamm, der das Holzwerk in denselben so ungemein rasch zerstört. Derselbe erscheint an verbautem Holze und zwar nur am Nadelholze, und dann an solchen eingeschlossenen dumpfigen Räumen und Stellen,

wo das Licht und die Luft keinen Zutritt hat. Der Hausschwamm findet sich zwar auch am Eichenholze, jedoch nur da, wo dasselbe in unmittelbarer Berührung mit dem vom Hausschwamm ergriffenen Nadelholze ist. Der Hausschwamm übt aber dann keineswegs seine zerstörende Wirkung auf das Eichenholz aus, sondern dasselbe erscheint dann nur mit einer dünnen und feinen weisslich grauen fadenartigen Haut überzogen. Der Schwamm, wo er sich gebildet hat, überzieht alles in der Nähe befindliche Holz- und Mauerwerk und nur am Nadelholze bildet er sich in ungemein kurzer Zeit und je unter Umständen dick und hautartig aus, wo dagegen die anderen Körper nur mit einer feinen oft kaum sichtbaren Haut, ähnlich wie Spinngewebe, überzogen werden. Der Verfasser hat Gelegenheit gehabt, an vom Schwamm ergriffenen Brettern von Nadelholz die Schwammhäute in einer Länge von 3,76 Meter und an einigen Stellen sogar in einer Dicke von fast 9 bis 12 Millimeter von dem bezüglichen Brette abzulösen.

Die Naturgeschichte des Hausschwamms und zu welcher Art von Pilzen der Hausschwamm gehört, soll hier unerörtert bleiben, welches auch um so eher stattfinden kann, da überall alle Annahmen über Entstehung, Ausbildung und Fortpflanzung des Hausschwamms bis dahin nur Hypothesen sind. Es soll daher hier seine Entstehung nur im Allgemeinen, und weiter unten dann das Nötige in Betreff der Vertilgung desselben besprochen werden.

Der Hausschwamm entsteht gewöhnlich zuerst im Erdgeschoss unter den Fussbodenbrettern oder an den Grundschwellen der Fachwerkswände und in Balkenkellern, oder auch hinter Verschalungen und Panelen des Mauerwerks, aber stets nur an solchen Stellen, wo das Licht gar nicht und die Luft nur sehr gering oder gar nicht einwirken kann. Einzeln, jedoch seltener findet man ihn auch in den oberen Stockwerken der Gebäude, in Räumen, die dem Zugange des Lichts völlig abgesperrt sind.

Das Fadengewebe des Schwammes breitet sich über die Fläche des Holzes aus, durchdringt die feinsten Ritzen und Spalten des Holzes und zerstört das Holz in kurzer Zeit so vollständig, dass es bröcklich wird und modert und durch sein eigenes Gewicht stückweise auseinander fällt. Das an seiner unteren Fläche vom Schwamm ergriffene Holz borstet an seiner Oberfläche der Länge nach in fast parallelen Streifen und dehnen sich diese Streifen nach oben hin förmlich aus, indem die Oberfläche der abgeborstenen Theile eine rundliche Gestalt annimmt. Das Holz wird hierbei aber nicht feucht, sondern es lässt sich zwischen den Fingern zu ziemlich trockenem Pulver zerreiben.

Was nun die Ursachen der Entstehung des Schwamms betrifft, so ist es keineswegs anzunehmen, dass das Holz schon den Keim des Schwamms beim Wachsthum in sich trage und durch die Wurzeln demselben zugeführt werde, sondern es sind jedenfalls andere Ursachen, welche die Schwammbildung hervorrufen. Man findet sehr häufig bei Hölzern, die längere Zeit beim Transport in dicht geschlossenen Schiffen gelegen haben, beim Austragen, dass sich auf ihrer Oberfläche eine feine Schwammhaut erzeugt hatte, welche aber vollständig wieder verschwand, nachdem man dieselbe mit einem scharfen Besen abgekehrt, und das Holz in trocknen und luftigen Räumen gehörig unterstöckert, gelagert hatte. Die fortwährende Zugluft zerstörte den vorhandenen Keim des Schwamms vollständig und trocknete das Holz aus. Hier kann nur die dunkle dumpfige Luft und die mässige Wärme in den dicht verschlossenen Schiffsräumen, in welchen das durchaus nicht trockne Holz dicht aufeinander gepackt, längere Zeit gelagert hatte, als Ursache der Ent-

stehung der Schwammhaut angenommen werden. Bei den aus den Ostseehäfen verschifften Brettern und Balkenhölzern kommt dieses, namentlich wenn die Schiffe längere Reisen haben, nicht selten vor. Auch in England hat man dieselbe Erfahrung gemacht bei Holzladungen, die von Amerika nach England verschifft wurden.

Eine andere wesentliche Begünstigung der Schwammbildung liegt auch in der Verhinderung der freien Ausdünstung des frisch in ein Gebäude eingebrachten Holzes, namentlich der Fussböden, indem man dieselben an ihrer Oberfläche durch einen deckenden, alle Holzporen dichtenden Ueberzug deckt, wodurch man dieselben gegen äussere eindringende Nässe und gegen starkes Reissen zu schützen sucht. Die Einwirkung etwa vorhandener Feuchtigkeit von unten her wird hierbei nicht berücksichtigt, und es ist daher wol anzunehmen, dass durch diese Einwirkungen eine chemische Zersetzung der zwischen den Holzfasern vorhandenen verschiedenen Pflanzenstoffe hervorgerufen wird, durch welche Zersetzung dann unter Zutritt anderer Umstände die Schwammpilze entstehen und sich weiter entwickeln und hierbei dann so rasch zerstörend sich ausbreiten. Dass eine Unterfüllung aus Dammerde oder Bauschutt oder Brandschutt bestehend, die Schwammbildung so ausnehmend schnell fördert, schliesst durchaus nicht die ebengemachte Annahme der Entstehung des gefährlichen Hausschwamms aus. Legt man einen aus Eichenbrettern bestehenden Fussboden auf derartige Füllerde, so wird man zwar finden, dass nach einer gewissen Zeit unter weiterer Einwirkung von Feuchtigkeit an den weicheren Theilen des Holzes, an den sogenannten Splint, sich lang gezogene weisse oder gelblichweisse Schwammbildungen oder Pilze zeigen, welche mit kleineren schwarzen oder ganz dunkelgrünen Punkten mehr oder weniger übersäet erscheinen. Diese Pilze haben aber keine weitere Aehnlichkeit mit dem Hausschwamm, welchen man am Nadelholze wuchernd findet; wol aber zerstören sie dennoch sehr bald das Holz, indem dasselbe in Fäulniss übergeht.

Dass der Bauschutt, die Dammerde und der Brandschutt als Füllmaterial in Gebäuden unter Fussböden angewendet, das Entstehen des Hausschwamms und seine Fortbildung im höchsten Grade fördern, liegt klar auf der Hand und ist auch durch viele Fälle hinreichend erwiesen, wenn auch die Ursache der Entstehung unbekannt ist. Es ist aber vollständig erwiesen, dass das erwähnte Füllmaterial so sehr gefährlich ist, und dennoch findet man leichtsinnige Baumeister und Bauunternehmer, die solches Material als Füllmaterial unter Fussböden anwenden, welches dann doch nur in der böswilligen Absicht stattfinden kann, um die Kosten für eine anzuwendende Sandschüttung zu ersparen.

Die Annahme, dass das Flössen des Holzes eine Ursache zur Entstehung des Schwammes sei, ist wol mehr oder weniger eine unrichtige; denn dadurch, dass das Holz längere Zeit im Wasser liegt, wird der im Holze vorhandene Saft eher verdünnt und es kann hier keine Stockung desselben eintreten, wenn nicht eine solche schon vorhanden gewesen ist, oder wenn nicht beim Herausschaffen des Holzes ans Land dasselbe ohne alle Unterlage unmittelbar auf feuchter Dammerde gelagert und hier durch Aufeinanderlegen der Einwirkung des Lichts und der Luft fast gänzlich entzogen wird. Dass aber manche Hölzer, namentlich wenn sie auf einem durchaus fruchtbaren Boden gewachsen und sich in verhältnissmässig kurzer Zeit zu einer grossen Höhe bei verhältnissmässig bedeutender Stärke ausgebildet haben, der Fäulniss und auch der Schwammbildung bedeutend leichter unterworfen sind, als solche Hölzer, die

auf mageren Boden gewachsen sind und eine bedeutend längere Zeit nötig gehabt haben, um eine brauchbare Länge und Stärke zu erhalten, ist hinreichend bekannt. Bei ersteren Hölzern findet man nicht selten, dass, wenn man sie der Länge nach durchsägt, der Kern inmitten des Holzstammes häufig auf einer grösseren Länge schon vollständig verfault ist. Der Verfasser fand diesen Zustand bei mehrfacher Gelegenheit und einmal sogar bis zu einer Länge von über 7 Meter, ohne dass äusserlich am Holzstamm irgend etwas darauf hingedeutet hätte. Dass aber bei solchen Hölzern das Flössen nicht Vortheil bringen kann, sondern hier höchst nachtheilig werden muss, ist jedenfalls richtig.

Ein zu schnelles Bauen kann unter Umständen auch sehr leicht die Schwammbildung hervorrufen, aber doch nur wesentlich dann, wenn man rücksichtslos beim Auffüllen des Grundes zu Werke geht, und hierzu Bauschutt, Dammerde und sonstiges Füllmaterial, welches der Schwammbildung günstig ist und dieselbe fördert, verwendet. Würde man statt solchen Füllmaterials nur reinen Fluss- oder Grubensand anwenden, und zwar dann in einer Höhe von mindestens 45 bis 60 Zentimeter, so würde dennoch die Schwammbildung, wenn auch die Mauern noch feucht sind, sich erst nach bedeutend längerer Zeitdauer entwickeln oder möglicherweise auch gar nicht.

Man findet nicht selten, dass auch in älteren Gebäuden, wo bis dahin keinerlei Spur von Schwammbildung zu entdecken gewesen, im unteren Stock sich plötzlich der Schwamm zeigt. Hier kann man in den meisten Fällen die Ursache der Entstehung des Schwamms nur darin suchen, dass das, das Gebäude unmittelbar umgebende äussere Terrain sich in Hinsicht seiner Höhenlage verändert hat, welche letztere durch zeitweiliges höheres Steigen des Wassers eines in der Nähe befindlichen Flusses bedingt wurde. Durch das höhere Steigen des Wassers im Flussbett wird aber gleichzeitig ein Aufsteigen der Feuchtigkeit in die höher belegenen Erdschichten bedingt und es kann nunmehr hierdurch das Fussbodenholz, welches bis dahin nur auf trocknen Boden gelegen hatte, mehr oder weniger infizirt und in Folge dessen chemisch zersetzt und dadurch zur weiteren Schwammbildung praktikabel gemacht werden.

Auch Einschiebedecken können sehr leicht Veranlassung zur Entstehung des Schwammes geben, wenn nicht mit Vorsicht das Füllmaterial ausgewählt wird. Nicht selten oder doch in den meisten Fällen überlegt man die Einschiebedecke mit einer dünnen Lehmschicht, um dadurch hier zunächst eine dichte Oberfläche über der Einschiebedecke zu erhalten. Diese Lehmschicht wird dann mit sonstigem Füllmaterial bis zur Oberkante der Balkenlage beschüttet und darüber werden dann die Fussbodenbretter gelegt. In den gewöhnlichen Fällen verwendet man hier als Füllmaterial Bauschutt oder sonstiges im Neubau sich vorfindendes Material. Jede Feuchtigkeit nun, welche später durch die Fugen des Fussbodens dringt, wird von dem Füllmaterial aufgesogen und es bildet sich hierdurch eine mit Feuchtigkeit geschwängerte Schicht, welche dann bei der vorhandenen Wärme wieder höchst nachtheilig auf die der Einwirkung der Luft und des Lichts entzogenen Unterfläche der darüber gelegten Fussbodenbretter einwirkt und sehr leicht zur Schwammbildung Veranlassung geben kann. Würde man die über die Einschiebedecke hergestellte dünne Lehmschicht mit vollständig trocknem von allen Humustheilen befreiten Sande überschütten, so würde auch hier ein solches zeitweiliges Durchdringen von Feuchtigkeit durch die Fugen des Fussbodens keineswegs

in dem Maasse nachtheilig wirken, wie dieses bei dem oben angeführten Füllmaterial der Fall ist.

Auch hat man die Bemerkung gemacht, dass, wo Gipsestriche statt der Bretterfussboden angewendet werden, sich häufig der Schwamm im Holzwerk der Balken und des darüber gelegten Fehlbodens erzeugt, wenn der Gipsestrich über eine Unterlage von Dammerde gegossen worden ist, an deren Stelle notwendig ganz reiner Sand angewendet werden muss.

Es lassen sich noch manche Ursachen anführen, welche die Entstehung des Schwamms und dessen schnelle Verbreitung hervorrufen, sie gehen aber fast sämmtlich darauf hinaus, dass beim Aufbau des Hauses nicht die genügende Vorsicht in Betreff der verwendeten Materialien angewendet ist, und dieser Umstand am häufigsten vorkommt bei der rücksichtslosen Schnelligkeit, mit welcher man in gegenwärtiger Zeit die Gebäude aufführt, um möglichst bald Nutzen daraus ziehen zu können.

Eine sehr fehlerhafte Konstruktionsausführung, wovon oben schon die Rede als solche gewesen ist, und welche namentlich sehr leicht Ursache zur Schwammbildung nicht nur im unteren Stockwerk, sondern auch in oberen Stockwerken werden kann, ist diejenige, Fachwerksbauten von Aussen massiv zu verblenden und somit das Holzwerk mindestens von drei Seiten vollständig mit Mauerwerk einzuschliessen.

Ebenso ist es sehr fehlerhaft, an Fachwerksgebäuden das Holzwerk im Aeusseren mit Kalk- oder Zementputz zu überziehen. Bestehen die Wandhölzer aus Eichenholz, so faulen sie sehr bald unter dem Mörtelüberzug; bestehen aber dieselben aus Nadelholz, so gibt diese Anordnung sehr leicht Veranlassung zur Entstehung des Schwamms.

Sehr förderlich für die Entstehung des Schwamms ist auch, wenn man die Gewölbesäcke mit Bauschutt oder Dammerde ausfüllt, welches leider nur zu häufig der Fall ist. Auch selbst dann, wenn die weitere Auffüllung für die Holzfussboden aus Sand besteht, dagegen für denjenigen Theil, welcher mit Steinfussboden belegt wird, aus Dammerde besteht, kann die Schwammbildung vor sich gehen. Es ist also auch für diesen Fall der Bauschutt oder die Dammerde als Füllmaterial durchaus verwerflich.

Was nun die Mittel zur Vertilgung des sich gebildeten Schwamms betrifft, welche gewöhnlich aber erst dann zur Anwendung gebracht werden, wenn der Schwamm sich schon sehr wesentlich verbreitet hat, so gibt es deren manche.

Das am meisten zur Anwendung gebrachte Mittel zur Beseitigung des Schwamms besteht gewöhnlich darin, dass man den vom Schwamm zerstörten Holzfussboden entfernt, die Füllerde unter demselben etwas ausgräbt und diese durch eine Aufschüttung von reinem Sande wieder ersetzt und hierüber dann den neuen Fussboden legt. Hiermit glaubt man in vielen Fällen genug gethan zu haben; man hat aber dadurch nichts mehr erreicht, als dass der Schwamm zwar vorläufig beseitigt ist, aber nach Verlauf von kurzer Zeit um so viel kräftiger wieder auftritt, und die Schwierigkeit, denselben zu vertilgen, nur vergrössert worden ist. Man hat auch in manchen Fällen vor Verlegung des Fussbodens die Sandschüttung mit zerkleinerten Eisenvitriol überstreut, um dadurch der Schwammbildung entgegen zu wirken. Dieses hatte aber keine weitere Folge, als dass der Zeitraum, bis zu welchem der Schwamm sich wieder zeigte, etwas verlängert wurde.

Bei einem Falle, wo durch den Eigensinn des Eigenthümers nicht andere Radikalmittel zur vollständigen Vertilgung des Schwamms zur Anwendung gebracht wurden, als die eben angeführten, zeigte sich der Schwamm nach Verlauf eines Jahres wieder und zwar dann jedesmal in verstärktem Maasse und auch in grösserer Ausdehnung. Der Eigenthümer des Gebäudes glaubte nunmehr die Vertilgung des Schwamms vollständig dadurch zu erreichen, wenn der Raum unter den neu zu belegenden Fussböden ganz hohl bleibe und gleichzeitig auch die in den inneren Fachwerkswänden vorhandenen Wandhölzer beseitigt und durch massives Mauerwerk wieder ersetzt würden. Es wurde zu dem Ende die Füllerde ausgegraben; in der Mitte der verschiedenen Räume wurden die nötigen Mauerpfeiler zur Unterstützung der Fussbodenhölzer aufgeführt. In den äusseren Mauern wurden Oeffnungen eingeschlagen zum Zweck der Herstellung der Zirkulation der Luft. Die inneren Mauern wurden unter Beibehaltung der alten Fundamente massiv unterfangen, wozu das alte Material der Ersparniss halber wieder mit verwendet wurde.

Das Fussbodenholz erhielt sich nun zwar etwas längere Zeit; aber dennoch trat zuerst zwar an vereinzelten Stellen in der Nähe des Ofens der Schwamm wieder auf, um sich sehr bald über die ganze Unterfläche des Fussbodens zu verbreiten. Hiernach erschien es fast, als ob eine vollständige Vertilgung des Schwamms, wo derselbe sich einmal eingenistet, unmöglich sei. Allein es ist hier zu berücksichtigen, dass man zwar mit der Entfernung des Fussbodens und der unter demselben vorhandenen Füllerde auch nur den vollständig ausgebildeten Schwamm beseitigt hatte; man hatte aber in den Mauerfugen der einschliessenden Mauern die Ueberreste des Schwamms und somit auch die Keime zur späteren Ausbildung desselben zurückgelassen. Diese waren nicht zerstört, sondern nachdem der neue Fussboden wieder gelegt und somit die Einwirkung der Luft und namentlich des Lichts abgeschnitten war, wucherte der Schwamm wieder aus den Mauerfugen und verbreitete sich zunächst an den Fussleisten und von hieraus dann an den Fussbodenbrettern. Bei der später hier vorgenommenen gründlichen Reparatur zeigte sich in den Umfangsmauern auf den verschiedenen Oberflächen der nicht vollständig geschlossenen Fugen und auf den Mauersteinen eine feine ausgebreitete Schwammhaut, die einzeln mit blossem Auge kaum sichtbar war. Nunmehr wurde es aber dem Eigenthümer auch erklärlich, woher es gekommen, dass trotz der immer wiederholenden Erneuerung der Fussböden der Schwamm sich auch zuletzt in nebenliegenden Räumen zeigte.

Alle oberflächlich angewendeten Mittel lassen durchaus nicht die Vertilgung des Hausschwamms erreichen und genügt es somit keineswegs, dass man nur den Fussboden und die Füllerde unter demselben beseitigt und diese dann durch reines humusfreies Material wieder ersetzt, sondern man muss auch namentlich suchen, diejenigen Ueberreste von Schwammhäuten, welche sich in den Mauerfugen gebildet und an den Oberflächen der Mauersteine sich verbreitet haben und die Keime zur späteren Schwammbildung sind, vollständig zu beseitigen und hierauf die Mauerflächen mit vollständig dicht schliessenden Mörtel überziehen, so dass von da aus die etwa noch vorhandenen Schwammkeime sich nicht wieder ausbreiten können, sobald der Fussboden gelegt und das Holz mit den Mauern wieder in Berührung kommt.

Das sicherste Mittel, die Entstehung des Schwamms zu verhüten, ist die Herstellung solcher Einrichtungen, welche fortwährende Zirkulation einer trocknen Luft in allen Theilen des Gebäudes, vorzüglich unter den Fussböden

veranlassen. In den oberen Stockwerken eines Gebäudes würde diese Anordnung nun mehr oder weniger überflüssig werden, indem bei ordentlicher und reinlicher Bewohnung solcher Räume sich der Schwamm nur in den seltensten Fällen zeigt. In dem unteren Stockwerk und im Souterrain, wo diese Einrichtungen am zweckmässigsten und vortheilhaftesten sein würden, lassen sich aber diese Luftzirkulationen sehr schwer zur Ausführung bringen, insofern, dass sie ihrem Zweck in der That entsprechen. Man findet zwar in manchen Lehrbüchern diese Anordnungen vorgeschrieben und noch durch Zeichnungen näher erläutert und gleichzeitig die Wirksamkeit solcher Anlagen so überzeugend beschrieben, dass man an deren Erfolg in der That glauben sollte. Allein dem ist nicht so; es ist zu berücksichtigen, dass in unserem nördlichen Klima die freie Luft an der Erdoberfläche namentlich mehr feucht als trocken ist: es würde daher solchen Kanalleitungen von Aussen nur noch weiter feuchte Luft zugeführt werden, welche in denselben stagniren und die Stockung nur noch mehr befördern würde. Eine Durchströmung der Luft durch diese Kanäle würde auch dadurch nicht erreicht werden, wenn die Kanäle mit geheizten Schornsteinen in Verbindung gebracht würden, weil die innere Luftsäule in diesen Schornsteinen (Dampfschornsteine sind natürlich ausgeschlossen) niemals eine so hohe Temperatur hat, dass dadurch die Einströmung der kalten feuchten Luft aus den Kanälen in diese in dem Grade erfolgen wird, dass gleichzeitig auch eine stärkere Bewegung der kalten Luft in den Kanälen hervorgebracht würde. Diese stärkere Bewegung der Luft in den Kanälen würde nur dadurch hervorgebracht werden können, wenn man dieselbe erwärmt in dieselben einleitete, oder wenn man an der Ausströmungsöffnung eine mechanische Vorrichtung anbringen könnte, durch welche die kalte und feuchte Luft aus den Kanälen in den Schornstein fortwährend übergepumpt würde. Einen genügenden Abzug der Luft aus den Kanälen kann man sonst nicht hervorbringen und in dem Falle sind die mit grossen Kosten hergestellten Kanäle, wenn die Luft daraus nicht entfernt und ein starker durchgehender Luftzug nicht hervorgebracht werden kann, nicht nur völlig unnütz, sondern sogar schädlich, indem durch die stillstehende feuchte Luft in denselben die Luft in den darüber befindlichen Räumen verdorben wird. In den seltensten Fällen haben derartige Kanaleinrichtungen sich bis dahin bewährt und am allerwenigsten haben sie die Schwammbildung gehindert.

Um den Schwamm genügend und vollständig zu vertilgen, muss man, sobald sich an einem Fussboden oder an sonstigem Holzwerk die Spuren desselben zeigen, nicht erst Palliativmittel anwenden, um das Umsichgreifen desselben zu verhindern, indem man an den Stellen, wo der Schwamm sich zeigt oder wo er zu Tage tritt, denselben durch Aufgiessen von Säuren zu tödten sucht, sondern man muss, sobald man sich vergewissert hat, dass der Schwamm wirklich vorhanden ist, welches an der Oberfläche des Holzes sehr leicht erkennbar ist, das sämmtliche Holzwerk des ganzen Fussbodens, ob noch gesund oder schon etwas vom Schwamm ergriffen, sofort aufnehmen und beseitigen, um zunächst das weitere Umsichgreifen und namentlich die stärkere Ausbildung des Schwamms zu verhindern. Vielfach versucht man in solchem Falle, die vom Schwamm infizirten Stellen und wo derselbe sichtbar wird, mit einer Auflösung von Salz in Wasser oder Essig, oder mit verdünnter Schwefelsäure oder Salpetersäure zu bestreichen, wodurch die damit bestrichenen Schwammtheilchen sofort zusammenschrumpfen und abtrocknen, allein man hindert dadurch keineswegs die weitere Ausbildung des Schwamms an anderen Stellen;

ebenso tritt aber auch nach einiger Zeit der Schwamm wieder an den bestrichenen Stellen hervor, so lange das Holzwerk dem Schwamm noch irgend Nahrung bietet. Durch solche Palliativmittel vertilgt man den Schwamm durchaus nicht, sondern man erschwert dadurch nur die später vorzunehmenden Vertilgungsarbeiten.

Die bei Vertilgung des Schwamms zur Anwendung kommenden Mittel sind verschiedene.

Eines der wirksamsten Mittel ist jedenfalls eine Auflösung von Quecksilbersublimat in Regenwasser; allein seine Anwendung würde einmal sehr erhebliche Kosten verursachen, ferner aber würde sie auch zu sehr leicht gefährlich werden können für die Arbeiter, wesshalb dasselbe jetzt auch im Allgemeinen nur noch selten Anwendung findet.

Sehr wirksame Mittel sind ferner die Schwefelsäure und die Salpetersäure; diese Säuren werden im Verhältniss wie 1 : 40 mit Regen- oder Flusswasser verdünnt und kommen dann in diesem verdünnten Zustande zur Anwendung.

Ein anderes Mittel ist die Holzsäure (Holzessig), welche sich bei ihrer Anwendung vorzüglich bewährt hat.

Auch eignet sich zur Vertilgung des Schwamms eine starke Auflösung von Eisenvitriol in Wasser sehr gut; allein die Wirkung ist im Allgemeinen weniger kräftig als bei den vorbenannten Beizen.

Die Auflösung von Kochsalz oder Steinsalz in Wasser tödtet zwar auch den Schwamm, dieselbe bringt aber bei ihrer Verwendung auf Mauern andere sehr grosse Nachtheile wieder hervor, und ist somit, da diese Auflösung überall auch nicht kräftig wirkt, jedenfalls ein sehr verwerfliches Mittel, selbst als Palliativmittel angewendet.

Was nun die Verwendung der benannten Mittel zur Vertilgung des Schwamms betrifft, so soll hier ein spezielles Beispiel angeführt werden, aus welchem das anzuwendende Verfahren hierbei zur Genüge zu entnehmen ist.

In einem Gebäude, welches sehr stark vom Schwamm ergriffen war, wurden zunächst die sämmtlichen Fussböden in denjenigen Räumen, worin der Schwamm hausete, aufgenommen, die Fussleisten und Thürbekleidungen und Thürzargen, hinter welchen der Schwamm schon ebenfalls wucherte, losgebrochen und beseitigt. Hierauf wurde die sämmtliche Füllerde bis zur Unterkante der Fundamente ausgegraben und die sämmtlichen Mauern vollständig von aller Erde gereinigt. In solchem Zustande liess man die bezüglichen Räume mehrere Tage, während welcher Zeit aber die äusseren Fenster ausgenommen waren, sodass ein fortwährender Luftzug stattfand, wodurch die von der Erde entblössten freigelegten Mauern an ihrer Oberfläche etwas abtrockneten. Hierauf wurde bis zur Brüstungshöhe der Fenster sämmtlicher Mauerputz abgeschlagen und dieser Kalkschutt aus den Räumen gänzlich entfernt. Nachdem wurden die Oberflächen der Mauern und Fundamentabsätze mit einem stumpfen Besen tüchtig abgekehrt, so dass sowol aller Kalkstaub als auch alle Erdtheilchen völlig beseitigt wurden. Nach dieser Arbeit fing man an, das sämmtliche Mauerwerk in diesem vorliegenden Falle stark mit Holzessig zu besprengen, welches täglich dreimal wiederholt wurde. Dieses Besprengen wurde während der Zeitdauer von drei Wochen täglich wiederholt und fortwährend die frische Luft zugeführt. Nach Verlauf dieser Zeit, wo eine genügende Austrocknung der Mauerfläche anzunehmen war, trotz der täglichen Besprengung mit Holzessig, wurden die sämmtlichen Mauern mit gutem scharfem Zement sorgfältig

abgeputzt und begnügte man sich durchaus nicht mit einem Berappen der Fundamentabsätze. Hierauf wurde der Grund mit reinem Flusssand, welcher möglichst abgetrocknet war, bis zur Fussbodenhöhe wieder angefüllt und wurden darüber die Lagerhölzer des Fussbodens gelegt und auf diesen die Fussbodenbretter befestigt. Die Lagerhölzer bestanden aus gesundem kernigen Eichenholz. Die Fussböden wurden so gelegt, dass sie mit ihren Kanten etwa 13 Millimeter von den Umfangsmauern überall entfernt waren. Die Fussleisten wurden aber so ausgehobelt angebracht, dass sie unterwärts an der Mauer hohl lagen und desshalb die Luft mehr oder weniger hinter denselben zirkuliren konnte. Diese Reparatur wurde vor etwa 20 Jahren ausgeführt, und trotzdem der Schwamm sich hier in so hohem Grade gezeigt hatte, hat man nachdem doch nicht die geringste Spur von Schwammbildung wieder entdeckt.

Zeigt sich hinter hölzernen Wandbekleidungen (Pannelen) der Schwamm, welches auch nicht selten vorkommt, so müssen dieselben vollständig weggebrochen und die Mauern ganz in derselben Weise behandelt werden, wie im vorhergehenden Fall angegeben ist. Vor Befestigung der hölzernen Wandbekleidungen ist es aber sehr zweckmässig, wenn man dieselben an der inneren Seite einige Male mit Holzessig oder verdünnter Schwefel- oder Salpetersäure bestreicht. Hierauf lässt man erst die Wandbekleidungen vollständig wieder austrocknen, ehe man sie an die Mauern befestigt, weil sie sich sonst leicht werfen oder beim späteren Austrocknen dann in den Fugen sich öffnen. Diese hölzernen Wandbekleidungen werden nicht dicht gegen die Mauer gelegt, sondern man legt zwischen beiden hölzerne Klötze von etwa 40 bis 50 Millimeter Stärke, gegen welche die Wandbekleidungen befestigt werden. Diese Klötze werden von Eichenholz hergestellt und vorher mehrere Tage in Holzessig oder verdünnter Schwefel- oder Salpetersäure eingelegt.

Als Verfüllungsmaterial unter den Fussböden ist jedenfalls am vortheilhaftesten und zweckmässigsten reiner von allen Humus- oder Erdtheilchen befreiter Fluss- oder Grubensand zu verwenden, weil dieser, wenn er genügend getrocknet ist, die Feuchtigkeit sehr schwer wieder aufnimmt. Auch muss dieses Verfüllungsmaterial unter den steinernen Fussböden statt der Dammerde verwendet werden, wenn solche abwechselnd mit hölzernen Fussböden in demselben Stockwerk verlegt werden. Vernachlässigt man dieses, so entsteht sehr leicht in den bezüglichen Räumen eine dumpfige stockige Luft und kann unter Umständen sogar auch von hieraus die Entwicklung des Schwamms vor sich gehen und den benachbart belegenen hölzernen Fussböden mitgetheilt werden. Ferner ist ein solcher steinerner auf Dammerde verlegter Fussboden auch noch der Einwirkung der Kälte ausgesetzt, so kann es bei starkem und anhaltenden Froste sehr leicht vorkommen, dass die Steindecke unregelmässig gehoben wird, indem die feuchte Füllerde darunter gefriert und sich ausdehnt. Dieses findet aber nicht statt, wenn unter der Steindecke eine genügend starke Sandschicht vorhanden ist.

Wenn nun auch der Lehm der Erzeugung des Schwamms durchaus nicht günstig ist, wie ausgestakte und ausgelehmte Wand- und Deckenfelder genugsam bewiesen haben, indem dieselben trotz mannichfachen Einregnens dennoch selten dem Angriffe des Schwamms ausgesetzt sind, sondern die Holzlatten im Innern derselben eher verfaulen, so ist derselbe als Verfüllungsmaterial unter Fussboden im unteren Stock oder im Souterrain insofern nicht vortheilhaft anwendbar, weil er sehr leicht die aufsteigende Erdfeuchtigkeit

aufnimmt und alsdann in den bezüglichen Räumen dumpfige stockige Luft hervorbringt.

Zum Schluss ist hier noch zu erwähnen, dass die Verwendung alter Mauersteine aus abgebrochenen Gebäuden, welche vom Schwamm stark infizirt gewesen, zu Fundamenten und Grundmauern neu aufzuführender Gebäude sehr leicht nachtheilig werden kann, indem hieraus unter sonst günstigen Umständen für die Schwammbildung sehr leicht der Schwamm wieder entstehen kann. Ebenso ist auch aller Bauschutt aus abgebrochenen von Schwamm infizirt gewesenen Gebäuden vollständig wegzuschaffen und darf derselbe weder zur inneren Auffüllung des Gebäudes noch zur äusseren Anfüllung der Fundament- und Grundmauern benutzt werden.

§ 83. Die verschiedenen Mauersalze.

Die verschiedenen Mauersalze, welche man mehrfach an aus massivem Mauerwerk bestehenden Gebäuden findet und als auswitternder Salzbeschlag erscheinen, sind für das betreffende Gebäude ebenfalls sehr nachtheilig, indem sie nicht nur allen Kalkanwurf zerstören, sondern mit der Zeit auch weiter um sich greifen und ebenfalls auch die Mauern selbst zerstören.

Die Ursachen der Entstehung eines solchen auswitternden Salzbeschlages sind verschiedene.

In der Nachbarschaft von Kloaken, Viehställen, Abzugskanälen und Düngergruben, wo organische und thierische Substanzen im Zustande der Verwesung sich befinden, entstehen sehr leicht die Ursachen zur Bildung der Mauersalze.

Zur Erzeugung derselben sind nur stickstoffhaltige organische Stoffe und Kalkerde erforderlich. Der durch den Prozess der Fäulniss aus seiner Verbindung tretende Stickstoff verbindet sich unter Mitwirkung der ammoniakalischen Salze, die sich als Produkt der Verwesung entwickeln, mit dem Sauerstoff der Luft, und es entsteht Salpetersäure, die sich mit der Kalkerde verbindet und Kalksalpeter erzeugt. Bestehen nun die Fundamente der Mauern aus Kalksteinen, so geben diese sehr leicht die Ursachen zur Bildung der Mauersalze. Aber auch diejenigen Fundamente, welche aus gutgebrannten Ziegelsteinen in gewöhnlichem Kalkmörtel vermauert, hergestellt sind, geben unter den vorerwähnten Umständen ebenfalls Veranlassung zur Entstehung der Mauersalze, aber durchaus nicht in dem Grade, wie dieses bei den Kalksteinfundamenten der Fall ist.

Diese Mauersalze, welche man gewöhnlich unter den Namen „Mauerfrass“ begreift, ziehen sich langsam aber unaufhaltsam von unten nach der Höhe hinauf, und zwar vorzüglich da, wo der gehörige Zutritt von Luft und Licht fehlt. Die Wirkung des Mauerfrasses besteht darin, dass er den sämmtlichen Kalkmörtel, sowol in dem äusseren und inneren Abputz als auch in den Fugen der Mauern zerstört und hiermit gleichzeitig auch die Ziegelsteine an ihrer Oberfläche zersetzt, und diese zerstörende Zersetzung auch in das Innere der Steine eindringt, so dass ein erneuerter Abputz auf solchen Steinen gar nicht festhält, sondern feucht bleibt und binnen kurzer Zeit wieder abfällt.

Eine andere Art Mauersalz ist das kohlensaure Natron, welches seinen Ursprung der Gegenwart des Kochsalzes verdankt, mit welchem das Erdreich, worauf das Gebäude steht, durchdrungen ist. Dieses Mauersalz findet man vorzüglich an solchen Gebäuden, deren Grundmauern aus Kalksteinen erbauet

sind. Dieses Salz, welches man als einen weissen Beschlag ausgewittert findet, theilt dem Mauerwerk eigentlich keine Feuchtigkeit mit, sondern diese rührt von der Salzsäure her, die sich aus dem Kochsalze entbindet, mit der Kalkerde in Verbindung tritt und salzsauren Kalk bildet, der aus der feuchten Luft Wasser abscheidet und auf diese Weise das Mauerwerk feucht macht, den Kalkanwurf zerstört und die Ziegelsteine dergestalt durchdringt, dass sie den Abputz nicht nur sehr bald wieder fallen lassen, sondern auch zuletzt mürbe werden und zerbröckeln.

Auch schwefelsaures Natron kommt zuweilen als Mauersalz vor. Die zu dessen Erzeugung erforderliche Schwefelsäure entsteht durch die Verwitterung der aus schwefelkieshaltigem Thone verfertigten Mauersteine.

Ebenso entstehen sehr leicht Mauersalze, wenn man zum Kalk Sand zusetzt, welcher auflösliche Natronsalze enthält. Es darf daher kein Meeressand zum Kalkmörtel verwendet werden, ohne dass derselbe vorher vollständig in süssem Wasser ausgewaschen ist. Ebenso aber darf auch der Meeressand in seiner ursprünglichen Beschaffenheit nicht als Füllmaterial in Gebäuden unter Fussböden verwendet werden, weil sonst sehr leicht die nachtheiligen Folgen, welche die Entstehung dieser Mauersalze nach sich ziehen, zu Tage treten.

Die Vertilgung des Mauerfrasses kann mit Sicherheit nur dadurch erreicht werden, dass man alles davon ergriffene Mauerwerk vollständig beseitigt und durch neues Mauerwerk wieder ersetzt, wobei aber die alten vom Mauerfrass ergriffenen Steine durchaus nicht wieder verwendet werden dürfen.

Das Mittel, die Stelle der Mauer, welche vom Mauerfrass ergriffen ist, bis zu einer gewissen Tiefe auszuschlagen und die Oberfläche dieser Vertiefung mit einem Theermörtel zu überziehen und nachdem dieser Ueberzug abgetrocknet ist, die Vertiefung mit neuem Mauerwerk wieder auszufüllen, ist nur eine halbe Maassregel und verhindert durchaus nicht, dass der Mauerfrass weiter um sich greift, sondern es muss das gesammte vom Mauerfrass ergriffene Mauerwerk ausgebrochen und erneuert werden. Will man daher an älteren Gebäuden den zu Tage tretenden Mauerfrass vertilgen, so hat dieses doch jedenfalls grössere Schwierigkeiten im Gefolge. Es lassen sich aber bei der Aufführung neuer Gebäude mit etwas grösserem Kostenaufwande Mittel anwenden, wodurch die Entstehung des Mauerfrasses verhindert wird. Hierzu sind aber durchaus nicht die gewöhnlichen angewendeten Isolirschichten aus Asphalt, Mastix, Theermörtel oder dergleichen bestehend genügend. Diese dünnen Isolirschichten, welche meistens über dem Sockel der Gebäude hergestellt werden, verhindern durchaus nicht die spätere Verbreitung der in den Grundmauern sich gebildeten Mauersalze. Will man daher auch die Bildung der bezüglichen Mauersalze verhindern, so müssen die Fundamente und die Grundmauern in ihrer ganzen Höhe bis zur Oberkante des Sockels so aufgeführt werden, dass dieselben unter keinerlei Einwirkungen leiden und Veranlassung zur Entstehung der Mauersalze geben.

Um dieses zu erreichen, hat man die Fundamente und Grundmauern, sofern sie nur aus Ziegelmauerwerk bestehen, unter Anwendung fester durchaus gar gebrannter Mauersteine in hydraulischen Mörtel aufzuführen und eignet sich hierzu am vortheilhaftesten und sichersten der Trassmörtel. Auch wenn die unteren Bankette der Fundamente aus Kalksteinen hergestellt werden, sind diese in Trassmörtel zu vermauern, weil gewöhnlicher Kalkmörtel hier angewendet, sehr bald zersetzt wird. Der Trassmörtel, welcher wesentlich bei

Uferbauten an Flüssen und an Meeresufern zur Anwendung gebracht wird, hat sich in allen Fällen jedenfalls am vortheilhaftesten bewährt, indem derselbe unter der Einwirkung des salzigen Seewassers keine Zersetzung erleidet, sondern erhärtet. Inwiefern andere Zemente den Einwirkungen, welche die Entstehung der Mauersalze veranlassen, widerstehen können, so sind die gesammelten Erfahrungen doch noch keineswegs so alt, als diejenigen, welche man von dem Trassmörtel gemacht hat, und es ist daher dieser Mörtel zur Anwendung jedenfalls der vortheilhafteste. Es darf hierbei aber nicht ausser Acht gelassen werden, dass nicht nur die Lagerfugen, sondern auch die Stossfugen der Mauer vollständig mit Mörtel angefüllt sein müssen, weil dadurch allein nur ein wasserdichtes Mauerwerk erhalten wird, welches den schädlichen Einwirkungen widersteht.

Die in scharfen Trassmörtel aufzuführenden Schichten müssen bis über die äussere Terrainfläche sich erstrecken, so dass, wenn das Gebäude Keller erhält, nicht nur die Fundamente, sondern auch die sämmtlichen Umfangsmauern der Keller bis zu der angegebenen Höhe (Oberkante des Sockels) in Trassmörtel aufgeführt werden. Hierbei ist dann die Anwendung einer Isolirschicht vollständig überflüssig.

Finden sich in den oberen Stockwerken an einzelnen Stellen solche Salzbeschläge, so müssen die davon ergriffenen Steine aus der Mauer gänzlich herausgeschlagen werden. Man findet hier übrigens selten die Salzbeschläge in grösseren Ausdehnungen, wenn nicht Feuchtigkeit direkt zugeführt wird.

Dieser oben erwähnte Mauerfrass ist aber wol zu unterscheiden von der Erdfeuchtigkeit, welche in den Mauern aufsteigt und wovon schon oben die Rede war. Im Uebrigen wird das Aufsteigen der Erdfeuchtigkeit ebenfalls verhindert, wenn die Fundamente und Grundmauern in der eben vorher angegebenen Weise, nämlich in tüchtigen Trassmörtel vermauert, aufgeführt werden. Durch die Herstellung einer Isolirschicht in der Höhe der Oberkante des Sockels wird das weitere Aufsteigen der Erdfeuchtigkeit doch in den seltensten Fällen in genügendem Maasse verhindert, wie dieses auch schon weiter oben näher erörtert wurde, und ist es daher jedenfalls vorzuziehen, bei allen neu aufzuführenden Gebäuden die Fundamente und Grundmauern in der hier angegebenen Weise aufzuführen, um so mehr, da bei der Aufführung selbst die hierdurch entstehenden Mehrkosten in Verhältniss zu der Bausumme jedenfalls nur sehr geringe sein können. Die dadurch erzielten Vortheile sind aber sehr bedeutend, indem nicht nur die Fundamente selbst eine grössere Festigkeit erhalten und dem Druck von oben mehr Widerstand leisten können, sondern auch das Aufziehen der Erdfeuchtigkeit, sowie überall auch die Entstehung der Mauersalze hierdurch verhindert wird.

Druck von Emil Stephan, Plagwitz-Leipzig.

Im Verlag von **Carl Scholtze** erschien:

Die

Angewandte oder praktische Aesthetik

oder die

Theorie der dekorativen Architektur.

Von

WENZEL HERZIG,

ARCHITEKT.

Komplet in $17^{3}/_{4}$ Bogen Text 8° und 14 Tafeln Zeichnungen.

Zweite Auflage.

Zu haben in 1 Band broschirt, Preis 10 Mark oder in 4 Heften à 2 Mark 40 Pfennig.

VORWORT.

Der grosse Einfluss, den die bildende Kunst, namentlich die Architektur, auf die Bildung der menschlichen Gesellschaft ausübt, ist so allgemein anerkannt, dass es eines jeden Künstlers Pflicht ist, für die Ausbildung und Verbreitung der Kunst nach seinen Kräften zu wirken. Dieses erkennend, haben viele Architekten sehr Namhaftes geleistet und es bestehen zum Selbststudium bereits ausgezeichnete Werke und Zeitschriften über den wissenschaftlichen Theil der Architektur, welche den lernbegierigen jungen Bautechniker in den Stand setzen, sich daraus belehren zu können; es dürfte aber auch ein aus der Praxis entnommener Leitfaden über den ästhetischen Theil für Solche wünschenswerth sein, denen es an der vollendeten Ausbildung fehlt und durch Umstände und Zufälligkeiten nicht gegönnt ist, guten mündlichen Unterricht oder verständigen Rath über die Entwicklung der Darstellung geniessen und einholen zu können.

Einen solchen Leitfaden dem Leser zu bieten, soll der Zweck dieses Buches sein, das meine Anschauung über die Aesthetik der Architektur nach einem bestimmten System geordnet darlegt, und das von dem Leser eine ebenso freundliche Aufnahme finden möge, als es von mir wohlgemeint gegeben ist.

Es ist nicht meine Absicht, hiermit eine erschöpfende Abhandlung über die Aesthetik darzulegen, weil diese bis in das kleinste Detail eingehend für den Einzelnen eine zu umfangreiche Aufgabe ist und dem Leser über die Darstellung der ästhetischen Architektur viele höchst schätzenswerthe Werke schon vorliegen; wohl aber ist es mein zweckliches Streben, mit der inhaltlichen Deduktion dem Baukünstler zu seiner weiteren Ausbildung behilflich zu sein und ihm in das Wesen

der architektonischen Aesthetik mit mehr Leichtigkeit einzuführen, als dieses durch sein Selbststudium aus den verschiedenen Werken möglich ist.

Bevor ich jedoch diesen Theil, welcher die Mittheilung über die aus der Erfahrung und der allgemeinen Anerkennung geschöpften Schönheits-Regeln enthält, berühre, muss ich voran gehen lassen, dass die eigentliche Kunst keine bestimmten Regeln besitzt noch besitzen kann, indem diese dem schaffenden Geiste und dem richtig empfindenden Gefühle schon innewohnen und eigen sein müssen; dass die Architektur aber dennoch Thatsachen, Formen und Verhältnisse enthalte, die durch ihr permanentes Erscheinen und durch die allgemein gefundene Anerkennung als Anhaltspunkte für die Aufstellung von Regeln angesehen werden können. Dass solche Regeln je nach den vorkommenden Umständen und je nach dem Geschmacke des Künstlers einer Modifikation unterliegen und Aenderungen erfahren, ist durch den Begriff „Kunst" gerechtfertigt.

Gegen diese Ansicht über die Aufstellung von Regeln gibt es Künstler, die eine jede Regel als unzulässig, ja der Kunst nachtheilig erklären, und diese sind:

Wahrhaft ausgezeichnete Architekten, die bei ihrem Talente und ihrer feinen Geschmacksgabe alle Regeln entbehren, weil diese ihnen bei ihrem Schaffen zur zweiten Natur geworden sind und solche in Anwendung bringen, ohne zu wissen, dass sie eben als Regeln aus der Natur des Gefühls entspringen. Dass sie bei einem so vollendeten Können sich keiner Regel bewusst sind, hebt aber keineswegs eine Thatsache auf, die durch das permanente Erscheinen zur Regel geworden ist; und gerade darin, dass diese Künstler gegen solche Thatsachen nie verstossen, liegt der Beweis für das Bestehen solcher Regeln. —

Sogenannte Kunstgenies, die jedes Wissen und jede Regel der Kunst negiren und nur das Schönheitsgefühl als leitenden Faktor anerkennen, ja die sogar behaupten, die Bauwissenschaft sei dem freien selbstständigen Schaffen des Künstlers hinderlich, weil sie Maass und Grenzen bietet. Diese Genies vergessen aber ganz, dass in der Bauwissenschaft die Grundzüge ihrer Kunst liegen.

Es ist allerdings nicht zu leugnen, dass die Kunst durch Regeln nicht gelehrt und erlernt werden kann, sondern dem schaffenden Gefühle schon innewohnen muss, es ist aber doch Thatsache, dass eine jede Darstellung dem Auge entweder schön, oder gleichgiltig, oder garstig erscheint, und dass diese Erscheinung auf Gründen beruht, die aufzufinden in der Möglichkeit liegt.

Der Verfasser.

INHALT.

Die Aesthetik.

Die reine oder theoretische Aesthetik. Die angewandte oder praktische Aesthetik.

Der Ausdruck der Darstellung.

In Hinsicht der Form, welche der Bestimmung des Zweckes zu entsprechen hat.

Oeffentliche Gebäude. Privatgebäude. Der charakterisirende Ausdruck der Darstellung des Innern eines Monumentalgebäudes: die Zweckmässigkeit und Bequemlichkeit der inneren Eintheilung; die solide und feste Konstruktion. Die Erscheinung des Aeussern eines Monumentalgebäudes. Der charakterisirende Ausdruck der Darstellung der Privatgebäude.

In Hinsicht der Form, welche mit Rücksicht auf den zwecklichen Charakter würdevoll und wohlgefällig auszustatten ist.

Der charakteristische Ausdruck der Darstellung des Innern eines Monumentalgebäudes. Der charakteristische Ausdruck der Darstellung des Aeussern der Monumentalgebäude: der Ausdruck, der Ruhe und Klarheit, der Würde, der Einheit, der Mannigfaltigkeit, der Harmonie. Der charakteristische Ausdruck der Darstellung des Aeussern der Privatgebäude.

In Hinsicht der Form, die mit dem Charakter der Umgebung in angenehmer Harmonie steht.

Die Schönheit der Form.

Die Eigenschaften der Korrektheit:

Der richtige Ausdruck der Darstellung nach geistigem Begriff, Deutlichkeit, Klarheit, Angemessenheit, Ordnung, Einheit, Natürlichkeit, Richtigkeit und Reinheit, Präzision und Kürze, Vollständigkeit.

Die Eigenschaften der Schönheit und Form:

Bewegung, Einheit, Verhältniss, Kontrast, Leichtigkeit, Mannigfaltigkeit, Vertheilung von Licht und Schatten, das Interessante.

Der Kontrast.

Der Kontrast, welcher durch das Gebäude mit der Umgebung erzeugt wird:

In der Stadt, auf dem Lande. Die Höhenform des Gebäudes zur hohen und niederen Lage: hochgelegene auf Anhöhen erbaute Gebäude, Gebäude an sanft ansteigende Berglehnen oder auf niedere Anhöhen erbaut, Gebäude auf dem flachen Lande erbaut. Der Charakter des Baustyls zur Gruppirung der Umgebung.

Der Kontrast, welcher durch die Symmetrie mit der Unsymmetrie erzeugt wird.

Die Symmetrie des Ganzen bedingt die Symmetrie des Einzelnen oder seiner Bestandtheile. Die Symmetrie des Ganzen fordert die Symmetrie des Einzelnen oder seiner Bestandtheile; das Ganze kann symmetrisch und unsymmetrisch sein, seine Bestandtheile aber müssen symmetrisch sein.

Der Kontrast, welcher durch die Vor- und Rücksprünge der einzelnen Gebäudetheile sowie durch deren Form erzeugt wird.

Die Vor- und Rücksprünge. Die Risalitgrundformen. Die Höhengruppirung.

Der Kontrast, welcher durch die Ruhe mit der Bewegung der Form erzeugt wird.

Durch die Gruppirung und Dekorirung mit Rücksicht auf die Wirkung des Glatten und Einfachen.

Der Kontrast, welcher durch die Verzierung mit den glatten Flächen erzeugt wird.

Die Gesimse. Die Säulen. Die Pilaster. Die Statuen. Die Vasen. Die Reliefs. Die Guirlanden und Pflanzengewinde.

Der Kontrast, welcher durch das Material erzeugt wird.

Die richtige und zweckmässige Konstruktion. Der Steinbau. Der Ziegelbau. Der Holzbau: der theilweise Holzbau, der reine Holzbau. Das Metall. Die Farbe des Materials. Der Glanz und das Matt.

Der Kontrast, welcher durch die Farbe erzeugt wird.

Die Schicklichkeit der anzuwendenden Farben. Die Zusammengehörigkeit oder Harmonie der Farben.

Die Festigkeit und Leichtigkeit der Verbindung der einzelnen Theile oder die Konstruktion.

In Hinsicht der Zweckmässigkeit und Solidität:

Der Unterbau, der Oberbau, die Krönung. Die richtige Anwendung der Materialien. Die gute und zweckmässige Verbindung der Materialien. Die Durchführung einer gleichen Stylform.

In Hinsicht der Entwicklung.

In Hinsicht der Form und Gruppirung.

Die Anordnung der Gruppirung.

Die Stellung der Gebäudetheile im Grossen und Ganzen.

Die Gruppirung nach der Grundform. Die Gruppirung nach der Höhenform: die Höhenform durch Stockwerke, die Gruppirung der Krönung oder des Abschlusses. Die Gruppirung der Grund- und Höhenform bildlich dargestellt: in symmetrischer und in unsymmetrischer Form.

Die Gruppirung durch die Anwendung der Dekorationsbauten:

Der Unterbau in der Gestalt eines Postamentes, der Unterbau in der Form eines ebenerdigen Geschosses, der Unterbau in der Form entweder aus den ersten beiden Unterbauarten zusammengesetzt, oder aus zwei Halbgeschossen gebildet. Die Freitreppen. Die Auffahrtsrampen. Die Altane und Balkons. Die Erker. Die Säulengänge, Kolonnaden und Arkaden. Die Giebel. Die Attika. Die Thürme: Leuchtthürme, Glockenthürme, Burg- oder Schlossthürme.

Die Anordnung der Oeffnungen und deren Gruppen.

Das Verhältniss oder das Ebenmaass.

Die geschickte Wahl des Verhältnisses. Die gleiche Durchführung des Verhältnisses.

Das Verhältniss der Hauptanlage.

Das Verhältniss der Grundform mit Rücksicht auf die Höhe: bei Gebäuden von allgemeiner Form, und bei jenen von besonderer Form. Das Verhältniss der Höhenform: der Unterbau, in der Form eines Postamentes, in der Form eines ebenerdigen Geschosses, in der Form eines auf einem Postamente stehenden ebenerdigen Geschosses, oder in der Form zweier Halbgeschosse übereinander gestellt; der Oberbau oder das eigentliche Gebäude. Die Gruppirung durch Stockwerke und deren Verhältniss.

Das Verhältniss der Detailanlage.

Das Verhältniss der Oeffnungen und Massen. Das Verhältniss der Säulen und Pilaster. Das Verhältniss der Arkade oder Bogenstellung. Das Verhältniss der Erker, Altane, Balkons und Thürme. Das Verhältniss der Gesimse: der Fussgesimse, der Gurtgesimse, der Einfassungs- oder Umrahmungsgesimse, der Krönungsgesimse, der Deck- und Traufgesimse, der Verdachungsgesimse. Das Verhältniss der Attika, Figuren und Vasen. Das Verhältniss der Verzierungen.

Die Ungezwungenheit in der Bewegung der Form.

Die Ungezwungenheit in der Bewegung der Form selbst.

Die Anordnung der Gruppirung.

Die Ungebundenheit in der Wahl der Grundformen und Bestimmung der Höhen.

Das Edle und die Würde, das Grosse und Erhabene.

Das Edle.

Die Würde.

Das Grosse und Erhabene.

Die geschickte Anordnung der Verzierungen.

Das Verständniss.

Oertliche und allgemeine Verzierungen. Die charakterisirende Form.

Die Einheit.

Die Korrektheit des Organismus. Die Zusammengehörigkeit aller Theile zu einem Ganzen. Die Durchführung einer gleichen Stylform.

Die Harmonie.

Die gleiche Darstellung.

Die gleichmässig präzise und kunstvolle Ausführung aller Theile. Die Anwendung eines gleich edlen Materials. Die Vertheilung der Verzierungen. Die Verzierungen, welche ausser ihrer zwecklichen Bestimmung auch den ästhetischen Ausdruck der Darstellung erhöhen, sind: die Gesimse: Fuss- und Sockelgesimse, Einfassungsgesimse, Deck- und Krönungsgesimse; der Säulenbau: die dorische, jonische und korinthische Bauweise, die toskanische Ordnung, die römisch-dorische, römisch-jonische und römische Säulenordnung, der Säulenbau: als Deckenträger, als Wandverstärkung und als Gewölbeträger, die übereinanderstehende Säulenstellung; die Bogenstellung oder Arkade: auf glatte Pfeiler gestützt, von Säulen getragen, auf mit Säulen oder mit Pilaster verstärkten Pfeilern ruhend; die Pilaster, die Statuen oder Standbilder: die Reichthum und Zweckbestimmung charakterisirenden Standbilder, tragende Standbilder, die Atlanten, die Karyatiden und die Amoretten; die Vasen und Urnen; der Akanthus oder Bärenklau; die Konsole oder der Tragstein; der Schlussstein; die Balustrade; das Relief.

Das Baumaterial.

Die Steine. Die Ziegeln. Das Holz. Das Metall. Das Glas. Die Glasmalerei.

Die Wirkung der Farben.

Die Farbentheorie.

Die Haupt-, Kardinal- oder primären Farben. Die sekundären Farben oder Abtönungen. Die tertiären Farben.

In Hinsicht der Wirkung der Farben.

Die bunten und lebhaften Farben. Die sanften und matten Farben. Die harmonischen und kontrastirenden Farben.

In Hinsicht der Anwendung der Farben.

Die Grund- oder Fondfarben. Die trennenden und gleichzeitig vermittelnden Farben. Die Dessin- oder Musterfarben.

Die geschickte Anordnung und die ästhetische Ausstattung der innern Räume.

Die richtige Anlage.

Das Portal. Die Hausflur. Die Höfe: Vorhof, Haupthof. Die Treppen: Haupttreppe, Nebentreppe. Die Gänge, Galerien und Logen. Die Vorzimmer und Vorsäle. Die Wohnung: die Wohnung des Herrn, die Wohnung der Frau, die Wohnung der Kinder, die Gesellschaftsräume, die Darstellung der Wohnräume, die Darstellung der Gesellschaftsräume, die Darstellung der Säle. Die Terrassen. Die Anlage der Wasserkunstwerke. Die Grotten. Die Laubengänge. Die Gartenanlagen: die französische Gartenkunst, die englische Gartenkunst.

Die Ausstattung der innern Räume.

Die Darstellung des Fussbodens: aus Stein, aus Holz. Die Darstellung der Decken: die geraden Decken: Spiegeldecke, Felderdecke; die gewölbten Decken, die Decken mit Dessinmalerei, mit Stuckarbeiten, mit Fresken geschmückt. Die Darstellung der Wände: in Hinsicht der Form: die einfache Ausstattung, die reiche und elegante Ausstattung, der Lambris, die Wandfläche und die Krönung; in Hinsicht des Stoffes das Ueberziehen mit: Patronenmalerei, Lackfarben, Tapeten, Möbelstoff, Marmorgetäfel, Fresken und mit Skulpturen; in Hinsicht der Farbe. Die ästhetische Ausstattung der Thüren und Fenster. Die Darstellung des Ofens.

Die Ausstattung der Räume durch Möbeln.

Die Möbeln für wohnliche und für öffentliche Zwecke.

Im Verlag von **Carl Scholtze** ist ferner erschienen:

Hittenkofer, Architekt, Lehrer a. d. herzogl. Braunschw. Baugewerkschule zu Holzminden. **Das Entwerfen der Gesimse.** (Im Anschluss an „Das Entwerfen von Façaden etz.“) Eine populäre Vorführung aller beim Façadenbau vorkommenden Gesimse in Schnitt und Ansicht (1 : 10), sowie in Schablonen (in natürlicher Grösse und einem erläuternden Texte. Mit gegen 300 Profilen, ebenso vielen Schablonen und 39 Holzschnitten. Herausgegeben von der herzogl. Braunschw. Baugewerkschule zu Holzminden. *3. Auflage.* 23 sauber lithographirte Tafeln in kl. Quart und 10 Bogen Beilagen, Schablonen in natürlicher Grösse, und 1 Bogen Text mit eingedruckten Holzst. Kompl. 10 Mark d. W. (3 Thlr. 10 Gr.) Auch in 2. Auflage in 5 Heften à 2 Mark d. W. (20 Gr.) zu haben.

Inhalt: Tafel 1 und 2 Fuss bildende Gesimse. Tafel 3—5 Umrahmende Gesimse. Tafel 6 Heftende und abschliessende Gesimse. Tafel 7—15 Krönende Gesimse. Tafel 16—21 Krönendes Hauptgesims. Tafel 22 Sohlbänke. Tafel 23 Sohlbank und Architrav. —

Das Werk soll beim Entwerfen von Architekturtheilen gute Dienste leisten und ist hauptsächlich für den praktischen Baugewerkmeister etz. geschaffen. Derselbe wird es sicher häufig benutzen, um so der oft lästigen Austragung von Gesimstheilen an Façaden etz. dadurch überhoben zu sein, auch weil sich im Werke eine grosse Auswal von Beispielen vorfindet, die direkt in die Praxis übergeführt werden können.

Holz, F. W., Baumeister und Lehrer der Baukunst, **Griechische Hauptgesimse.** In Details für die mannigfachsten Anwendungen zusammengestellt. *3. Auflage.* 40 Tafeln. Geb. 6 Mark d. W. (2 Thlr.)

Holz, F. W., Baumeister und Lehrer der Baukunst. **Land- und Stadtgebäude.** Architektonische Entwürfe nach den verschiedenartigsten Bedingungen und Baustylen. *5. Auflage.* 12 Lieferungen à 6 Blatt in Farbendruck, nebst den Grundrissen. Jede Lieferung 6 Mark d. W. (2 Thlr.)

Inhalt: Wohngebäude, Villen, Häuser für Winzer, Gärtner, Milchpächter, Forstbeamten, Prediger, Lootsen, Schützen, Chaussee-Einnahmen und Schulen, Stadtthore, Maschinenhäuser, Leichenhäuser, Wachtgebäude, Jagdschlösser, Kirchen und Kapellen, Stallungen, Reitbahnen, Badehäuser, Schmieden, Leuchtthürme etz.

Der Name des Herausgebers und 5 Auflagen sprechen am Besten für die Gediegenheit und Brauchbarkeit des Werkes, das sich überdies durch splendide Ausstattung und künstlerisch ausgeführten Farbendruck auszeichnet. Das Werk wird sowol den Herren Architekten, wie den Bauunternehmern und Kunstfreunden empfolen.

8° Techn.
Müller

oi-

Müller, H.

Die Maurerkunst Handbuch zum theoretischen und praktischen Gebrauche für Baumeister, Architekten und Maurermeister etz. ; 40 Druckbogen mit 470 Holzstichen geschmückt

Leipzig 1875

Augsburg, Staats- und Stadtbibliothek -- Techn 633
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11193223-3